6/7
Opto-elektronische componenten

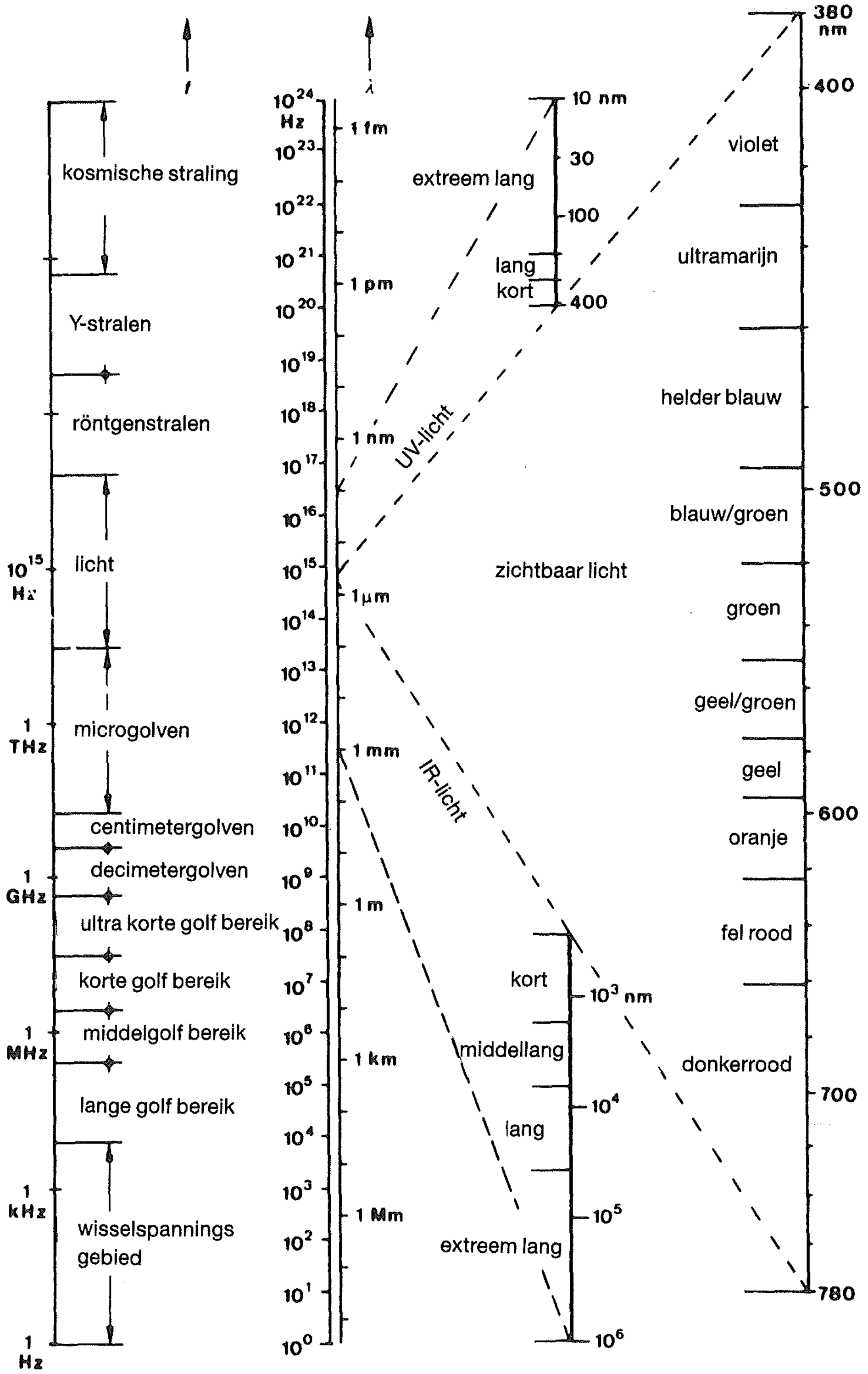
Inhoud

6/7.1

Basismaterialen voor LED's

Materiaal		Kleur	Golflengte (nm)
Silicium-koolstof	SIC	blauw, groen-geel groen-blauw	560...410
Gallium-fosfor	GAP	geel-groen	560
Gallium-arseen-fodfor	GaAsP	rood/helder rood	650
Aluminium-antimoon	AlSb	rood/donkerrood	775
Gallium-arseen	GaAs	infrarood	910
Silicium	Si	infrarood	1150
Germanium	Ge	infrarood	1180
Indium-antimoon	InSb		

7.1 Basismaterialen voor LED's

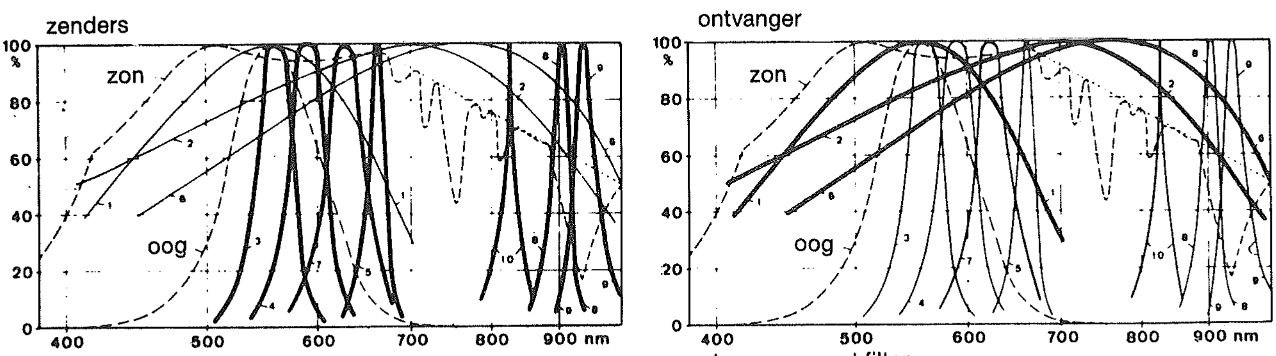


Figuur 6/7.1-1: Golflengten en frequenties van elektromagnetische straling.

6/7.2

Golflengten en kleuren

Kleur	Golflengte
violet	380 nm
ultramarijn	
blauw	480 nm
blauw/groen	
groen	530 nm
geel/groen	
geel	580 nm
oranje	
lichtrood	
rood	680 nm
donkerrood	
infrarood	vanaf 800 nm



3 – Gap/groen
4 – GaAsP/geel
5 – GaAsP/rood
7 – GaAs op GaP/oranjerood
8 – GaAs:Zn/infrarood
9 – GaAs:Si/infrarood
10 – GaAlAs/laserdiode

1 – sensor met filter
2 – sensor zonder filter
6 – zonnecel

Figuur 6/7.2-1: Spectraal curves van opto-elektronische componenten naar materiaalsamenstelling.

7.2 Golflengten en kleuren

6/7.3

LED's data-tabellen

In de tabellen zijn de belangrijkste gegevens van meest gebruikte LED's (Light Emmittend Diodes) opgenomen. In de tabellen vindt U data van LED's in de kleuren rood/oranje, groen, geel en kleurloos in behuizingen van 5mm, 3mm, 2mm en 1mm, alsook speciale uitvoeringen (frontpaneel etc.)

type	lichtkl.	lenskleur	I_F (max)	I_V	(mod)
LD 41 A	rood	rood/mat	100 mA	>	0,3 bij 20 mA
TIL 220-1	rood	rood/mat	50 mA	>	0,5 bij 20 mA
LD 40 I	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
CQY 48	rood	rood/mat	50 mA		0,8 bij 20 mA
CQY 47	rood	kl.loos/helder	50 mA		0,8 bij 20 mA
LD 41 I	rood	rood/mat	100 mA	>	1,0 bij 20 mA
LD 40 II	rood	rood/mat	50 mA		1,2 bij 20 mA
LD 52 I	rood	rood/mat	60 mA	>	1,2 bij 10 mA
TIL 220-2	rood	rood/mat	50 mA	>	1,3 bij 20 mA
CQY 26 I	rood	rood/mat	100 mA		1,5 bij 20 mA
CQY 40 L	rood	rood/mat	50 mA		1,6 bij 20 mA
CQV 21-4	rood	rood/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQX 51-1	oranje	rood/mat	20 mA	>	1,6 bij 10 mA
CQX 23 I	rood	rood/mat	60 mA	>	1,8 bij 20 mA
CQX 61 C	rood	kl.loos/helder	50 mA		2,0 bij 20 mA
LD 41 II	rood	rood/mat	100 mA	>	2,0 bij 20 mA
LD 52 II	rood	rood/mat	60 mA	>	2,0 bij 10 mA
CQX 23 I	rood	rood/mat	60 mA	>	2,4 bij 20 mA
CQY 26 II	rood	rood/mat	100 mA		2,5 bij 20 mA
CQV 21-5	rood	rood/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQX 23 II	rood	rood/mat	60 mA	>	2,8 bij 20 mA
CQX 51-2	oranje	rood/mat	20 mA	>	3,0 bij 10 mA
CQX 23 II	rood	rood/mat	60 mA	>	3,2 bij 20 mA
CQV 21-6	rood	rood/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQX 35 A	rood	kl.loos/helder	50 mA		5,0 bij 20 mA
CQX 51-3	oranje	rood/mat	20 mA	>	5,0 bij 10 mA
CQX 38 A	oranje	lichtrood/mat	30 mA		6,0 bij 20 mA
CQX 35 B	rood	kl.loos/helder	50 mA		8,0 bij 20 mA
LD 52 CA	rood	rood/helder	60 mA	>	9,0 bij 10 mA
MV 5154	oranje	oranje/mat	35 mA	>	10,0 bij 20 mA
CQV 51 F	rood	rood/helder	60 mA	>	10,0 bij 20 mA
CQX 38 B	oranje	lichtrood/mat	30 mA	>	12,0 bij 20 mA
CQX 39 A	oranje	kl.loos/helder	30 mA	>	15,0 bij 20 mA
LD 52 C	rood	rood/helder	60 mA	>	15,0 bij 10 mA
CQV 51 G	rood	rood/helder	60 mA	>	16,0 bij 20 mA
CQV 51 H	rood	rood/helder	60 mA	>	25,0 bij 20 mA
CQX 54	rood	kl.loos/helder	30 mA		30,0 bij 10 mA
MV 5752	oranje	rood/helder	35 mA		40,0 bij 20 mA
MV 5152	oranje	oranje/helder	35 mA	>	40,0 bij 20 mA
CQX 39 B	oranje	kl.loos/helder	30 mA		40,0 bij 20 mA
CQY 51 J	rood	rood/helder	60 mA	>	40,0 bij 20 mA

Tabel 6/7.3-1: LED's, 5 mm doorsnede, rood/oranje.

type	lichtkl.	lenskleur	I_F (max)	I_V	(mod)
CQY 94	groen	groen/mat	20 mA	>	0,5 bij 10 mA
LD 57 A	groen	groen/mat	60 mA	>	0,6 bij 20 mA
CQY 94-I	groen	groen/mat	20 mA		0,7 bij 10 mA
TIL 234-1	groen	groen/mat	50 mA		0,8 bij 20 mA
CQY 25-3	groen	groen/mat	60 mA		1,0 bij 20 mA
CQY 94-II	groen	groen/mat	20 mA	>	1,0 bij 10 mA
CQY 28 A	groen	groen/mat	60 mA		1,2 bij 20 mA
TIL 222	groen	groen/mat	50 mA		1,5 bij 20 mA
CQV 25-4	groen	groen/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQY 94-III	groen	groen/mat	20 mA		1,6 bij 10 mA
CQX 13	groen	groen/mat	60 mA	>	1,8 bij 20 mA
CQY 72 L	groen	groen/mat	50 mA		2,0 bij 20 mA
LD 57 I	groen	groen/mat	60 mA	>	2,0 bij 20 mA
TIL 234-2	groen	groen/mat	50 mA	>	2,1 bij 10 mA
CQV 25-5	groen	groen/mat	60 mA		2,5 bij 20 mA
CQX 13 II	groen	groen/mat	60 mA	>	2,8 bij 20 mA
CQY 28 I	groen	groen/mat	60 mA		3,0 bij 20 mA
MV 5254	groen	groen/mat	35 mA		3,0 bij 20 mA
CQY 94 IV	groen	groen/mat	20 mA		3,0 bij 10 mA
LD 57 II	groen	groen/mat	60 mA	>	3,2 bij 20 mA
V 169 P	groen	groen/mat	50 mA		4,0 bij 20 mA
CQX 97 A	groen	kl.loos/helder			4,0 bij 20 mA
CQY 25-6	groen	groen/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQX 36 A	groen	kl.loos/helder	50 mA		5,0 bij 20 mA
CQY 28 II	groen	groen/mat	60 mA		5,5 bij 20 mA
CQX 97 B	groen	groen/helder			7,0 bij 20 mA
MV 5252	groen	groen/helder	35 mA		11,0 bij 20 mA
LD 57 CA	groen	kl.loos/helder	60 mA	>	12,0 bij 10 mA
CQX 36 B	groen	kl.loos/mat	50 mA		15,0 bij 20 mA
CQV 55 G	groen	groen/helder	60 mA	>	16,0 bij 20 mA
LD 57 C	groen	kl.loos/mat	60 mA	>	20,0 bij 10 mA
CQV 55 H	groen	groen/helder	60 mA	>	25,0 bij 20 mA
CQV 64	groen	kl.loos/helder	30 mA		30,0 bij 10 mA
CQX 96 A	groen	kl.loos/helder			40,0 bij 20 mA
CQY 55 J	groen	groen/helder	60 mA	>	40,0 bij 20 mA
CQV 55 K	groen	groen/helder	60 mA		63,0 bij 20 mA
CQX 96 B	groen	kl.loos/helder			70,0 bij 20 mA

Tabel 6/7.3-2: LED's, 5 mm doorsnede, groen.

7.3 LED's

type	lichtkl.	lenskleur	I_F (max)	I_V	(mod)
CQY96	geel	geel/mat	20 mA	>	0,5 bij 20 mA
LD 56 A	geel	geel/mat	60 mA	>	0,6 bij 20 mA
CQY96-I	geel	geel/mat	20 mA	>	0,7 bij 10 mA
LD 55 A	geel	geel/mat	60 mA	>	0,8 bij 20 mA
LD 56 I	geel	geel/mat	60 mA	>	1,0 bij 10 mA
CQV24-3	geel	geel/mat	60 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQY96-II	geel	geel/mat	20 mA	>	1,0 bij 10 mA
CQY29 A	geel	geel/mat	60 mA		1,5 bij 20 mA
CQV23-4	geel	geel/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
LD 56 II	geel	geel/mat	60 mA	>	1,6 bij 10 mA
CQY24-4	geel	geel/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQX 33 I	geel	geel/mat	60 mA	>	1,8 bij 20 mA
TIL 224-1	geel	geel/mat	50 mA	>	2,1 bij 20 mA
CQV24-5	geel	geel/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQV23-5	geel	geel/mat	60 mA		2,5 bij 20 mA
CQX 33 II	geel	geel/mat	60 mA	>	2,8 bij 20 mA
CQY 74 L	geel	geel/mat	50 mA		3,0 bij 20 mA
LD 55 I	geel	geel/mat	60 mA	>	3,0 bij 20 mA
CQY 96 IV	geel	geel/mat	20 mA	>	3,0 bij 10 mA
CQY 29 I	geel	geel/mat	60 mA		4,0 bij 20 mA
CQV 24-6	geel	geel/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQV 23-6	geel	geel/mat	60 mA	>	4 ,0 bij 20 mA
V 170 P	geel	geel/mat	50 mA		5,0 bij 20 mA
CQX 37 A	geel	kl.loos/helder	50 mA		5,0 bij 20 mA
LD 55 II	geel	geel/mat	60 mA	>	5,0 bij 20 mA
LD 56 CA	geel	geel/helder	60 mA	>	6,0 bij 10 mA
CQY 29 II	geel	geel/mat	60 mA		7,0 bij 20 mA
LD 56 C	geel	geel/helder	60 mA	>	10,0 bij 10 mA
CQV 53 F	geel	geel/helder	60 mA	>	10,0 bij 20 mA
MV 5354	geel	geel/mat	35 mA	>	10,0 bij 20 mA
CQV 53 G	geel	geel/helder	60 mA	>	16,0 bij 20 mA
CQV 53 H	geel	geel/helder	60 mA	>	25,0 bij 20 mA
CQX 74	geel	kl.loos/helder	30 mA		30,0 bij 10 mA
CQX 37 B	geel	kl.loos/helder	50 mA		30,0 bij 20 mA
MV 5352	geel	geel/helder	35 mA		40,0 bij 20 mA
CQV 53 J	geel	geel/helder	60 mA	>	40,0 bij 20 mA

Tabel 6/7.3-3: LED's, 5 mm doorsnede, geel

type	lichtkl.	lenskleur	I_F (max)	I_V	(mod)
LD 209 A	rood	rood/mat			0,3 bij 20 mA
CQY88	rood	rood/helder	10 mA		0,3 bij 20 mA
LD 30 A	rood	rood/mat	100 mA	>	0,3 bij 20 mA
CQY54	rood	rood/mat	50 mA	>	0,3 bij 20 mA
TIL 209 B-1	rood	rood/mat	40 mA	>	0,5 bij 20 mA
CQY 54 I	rood	rood/mat	50 mA	>	0,7 bij 20 mA
LD 32 A	rood	rood/mat	60 mA	>	0,8 bij 10 mA
LD 209 I	rood	rood/mat			1,0 bij 20 mA
LD 30 I	rood	rood/mat	100 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQY 54 II	rood	rood/mat	50 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQV41-3	rood	rood/mat	60 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQV 10-3	rood	rood/mat	100 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQV30 A	rot	kl.loos/helder	100 mA	>	1,0 bij 20 mA
LD 32 I	rood	rood/mat	60 mA	>	1,2 bij 10 mA
TIL 209 B-2	rood	rood/mat	40 mA	>	1,3 bij 20 mA
CQY65	rood	rood/mat	100 mA		1,5 bij 20 mA
CQY 85 NA	rood	rood/mat	50 mA		1,6 bij 20 mA
CQY 54 III	rood	rood/mat	50 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQV 11-4	rood	rood/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQV41-4	rood	rood/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQV 10-4	rood	rood/mat	100 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQV30 B	rood	kl.loos/helder	100 mA	>	1,6 bij 20 mA
LD 209 II	rood	rood/mat			2,0 bij 20 mA
LD 30 II	rood	rood/mat	100 mA	>	2,0 bij 20 mA
LD 32 II	rood	rood/mat	60 mA	>	2,0 bij 20 mA
LD 30 C	rood	kl.loos/helder	100 mA		2,5 bij 20 mA
LD 32 C	rood	rood/helder	60 mA	>	2,5 bij 10 mA
CQV 11-5	rood	rood/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQV41-5	rood	rood/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQY30 C	rood	kl.loos/mat	100 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQX 25	rood	kl.loos/helder	50 mA		2,6 bij 20 mA
V 178 P	rood	rood/mat	50 mA		3,0 bij 20 mA
CQY 85 NB	rood	rood/mat	50 mA		3,0 bij 20 mA
LD 30 III	rood	rood/mat	100 mA	>	3,2 bij 20 mA
CQV 11-6	rood	rood/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQY 31 D	rood	rood/helder	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQX 41 NA	oranje	lichtrood/mat	30 mA		6,0 bij 20 mA
CQV 31 E	rood	rood/helder	60 mA	>	6,3 bij 20 mA
CQX 42 NA	oranje	kl.loos/helder	30 mA		7,0 bij 20 mA
CQX 41 NB	oranje	lichtrood/mat	30 mA		12,0 bij 20 mA
CQX 42 NB	oranje	kl.loos/helder	30 mA		15,0 bij 20 mA

Tabel 6/7.3-4: LED's, 3 mm doorsnede, rood/oranje

type	lichtkl.	lenskleur	I_F (max)	I_V	(mod)
CQY95	groen	groen/mat	20 mA	>	0,3 bij 10 mA
LD 37 A	groen	groen/mat	60 mA	>	0,5 bij 20 mA
TIL 232-1	groen	groen/mat	50 mA	>	0,5 bij 20 mA
CQY95-I	groen	groen/mat	20 mA	>	0,7 bij 10 mA
CQY66	groen	groen/mat	60 mA		0,8 bij 20 mA
CQY95-II	groen	groen/mat	20 mA	>	1,0 bij 10 mA
CQV 15-3	groen	groen/mat	60 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQV45-3	groen	groen/mat	60 mA	>	1,0 bij 20 mA
TIL 232-2	groen	groen/mat	50 mA	>	1,3 bij 20 mA
TIL 211	groen	groen/mat	50 mA		1,5 bij 20 mA
CQY95-III	groen	groen/mat	20 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQV 15-4	groen	groen/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQY45-4	groen	groen/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQY 86 NA	groen	groen/mat	50 mA		2,0 bij 20 mA
LD 37 I	groen	groen/mat	60 mA	>	2,0 bij 20 mA
CQV 15-5	groen	groen/mat	60 mA		2,5 bij 20 mA
CQY45-5	groen	groen/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
LD 37 II	groen	groen/mat	60 mA	>	3,2 bij 20 mA
TIL 232-3	groen	groen/mat	50 mA	>	3,5 bij 20 mA
V 179 P	groen	groen/mat	50 mA		4,0 bij 20 mA
CQY 86 NB	groen	groen/mat	50 mA		4,0 bij 20 mA
CQX 26 N	groen	kl.loos/helder	30 mA		4,0 bij 20 mA
CQV 15-6	groen	groen/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQV35 D	groen	groen/helder	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
LD 37 C	groen	kl.loos/helder	60 mA		6,0 bij 20 mA
CQV35 D	groen	groen/helder	60 mA	>	6,3 bij 20 mA

Tabel 6/7.3-5: LED's, 3 mm doorsnede, groen.

7.3 LED's

type	lichtkl.	lenskleur	I_F(max)	I_V	(mod)
CQY97	geel	geel/mat	20 mA	>	0,3 bij 20 mA
LD35A	geel	geel/mat	60 mA	>	0,6 bij 20 mA
LD36A	geel	geel/mat	60 mA	>	0,6 bij 10 mA
CQY97-I	geel	geel/mat	20 mA	>	0,7 bij 10 mA
CQY67	geel	geel/mat	60 mA		0,8 bij 20 mA
TIL211-1	geel	geel/mat	50 mA	>	0,8 bij 20 mA
CQY97-II	geel	geel/mat	20 mA	>	1,0 bij 10 mA
LD36I	geel	geel/mat	60 mA		1,0 bij 10 mA
CQV14-3	geel	geel/mat	60 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQV43-3	geel	geel/mat	60 mA	>	1,0 bij 20 mA
CQY97-III	geel	geel/mat	20 mA	>	1,6 bij 10 mA
LD36II	geel	geel/mat	60 mA	>	1,6 bij 10 mA
CQV13-4	geel	geel/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQV14-4	geel	geel/mat	60 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQV43-4	geel	geel/mat	60 mA		1,6 bij 20 mA
LD36C	geel	geel/helder	60 mA	>	2,0 bij 10 mA
TIL212-2	geel	geel/mat	50 mA	>	2,1 bij 20 mA
LD35II	geel	geel/mat	60 mA		2,5 bij 20 mA
CQV13-5	geel	geel/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQV14-5	geel	geel/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQV43-5	geel	geel/mat	60 mA	>	2,5 bij 20 mA
CQY87NA	geel	geel/mat	50 mA		3,0 bij 20 mA
CQV13-6	geel	geel/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQV14-6	geel	geel/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
CQV33D	geel	geel/helder	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
V180P	geel	geel/mat	50 mA		5,0 bij 20 mA
CQY87NB	geel	geel/mat	50 mA		5,0 bij 20 mA
CQX27N	geel	kl.loos/helder	30 mA		5,0 bij 20 mA
TIL212-B	geel	geel/mat	50 mA	>	16,0 bij 20 mA
CQV33E	geel	geel/helder	60 mA	>	6,3 bij 20 mA

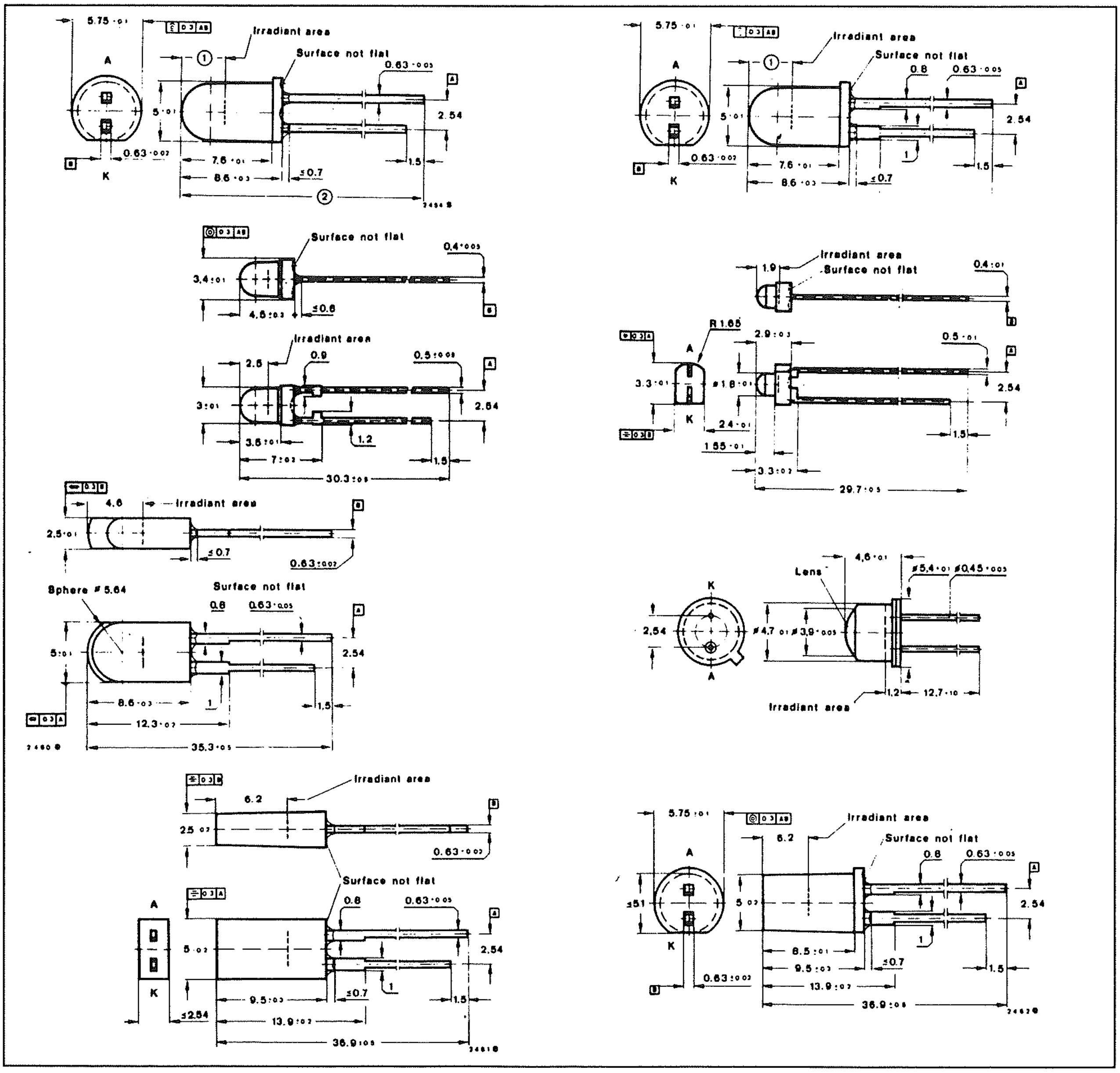
Tabel 6/7.3-6: LED's, 3 mm doorsnede, geel

type	lichtkl.	lenskleur	I_F(max)	I_V	(mod)
subminiatuur, axiaal					
ECG3004	rood	rood/helder	5 mA		
ECG3000	rood	rood/helder	40 mA		
ECG3001	rood	rood/mat	40 mA		
MV54	rood	rood/mat	40 mA		1,0 bij 20 mA
MV50	rood	kl.loos/helder	50 mA		1,4 bij 20 mA
ECG3002	geel	geel/helder	35 mA		
ECG3003	groen	groen/helder	35 mA		
subminiatuur, 1 mm Ø, radiaal					
LD121	rood	rood/mat	25 mA	>	0,5 bij 10 mA
LD161	geel	geel/mat	25 mA	>	0,4 bij 10 mA
LD171	groen	groen/mat	25 mA	>	0,6 bij 10 mA
Miniatuur 2 mm Ø, Siemens en Texas Instr. 2,5 x 2,5 mm					
TIL261	rood	rood/mat	40 mA	>	0,5 bij 20 mA
LD461	rood	kl.loos/mat	35 mA	>	0,6 bij 20 mA
CQY41N	rood	rood/mat	50 mA	>	1,6 bij 20 mA
CQX43N	oranje	lichtrood/mat	30 mA		5,0 bij 20 mA
TIL271	groen	groen/mat	30 mA	>	0,5 bij 20 mA
LD471	groen	groen/mat	25 mA	>	0,6 bij 20 mA
CQY73N	groen	groen/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
TIL281	geel	geel/mat	30 mA	>	0,5 bij 20 mA
LD481	geel	geel/mat	25 mA	>	0,6 bij 20 mA
LD491	geel	geel/mat	25 mA	>	0,6 bij 20 mA
CQY75N	geel	geel/mat	30 mA	>	3,0 bij 20 mA
Enkelkleurige LED's in hermetische behuizing					
MV10B	rood	kl.loos/helder	70 mA		0,8 bij 10 mA
CQX28	rood	kl.loos/mat	50 mA		2,0 bij 20 mA
CQX29	groen	kl.loos/mat	50 mA		2,6 bij 20 mA
CQX30	geel	kl.loos/mat	50 mA		4,2 bij 20 mA
Meerkleurige LED's					
MV5491	rood/groen	kl.loos/helder	70/50 mA		1,5/0,5 bij 20 mA
CQX95	oranje/ groen	kl.loos/mat	30/30 mA		6,0/6,0 bij 20 mA
ECG3016	rood/groen	kl.loos	25/25 mA		
ECG3026	rood/groen	kl.loos	70/35 mA		
CQX31	rood/groen	kl.loos/mat	50/50 mA		2,0/2,6 bij 20 mA
CQX32	rood/geel	kl.loos/mat	50/50 mA		2,0/4,2 bij 20 mA
plastic 4,7 mm doorsnede					
ECG3018	rood	rood/mat	100 mA		
ECG3019	rood	rood/mat	100 mA		
MV5025	rood	rood/mat	70 mA		0,5 bij 20 mA
5 mm types, bol front					
CQX10	rood	rood/mat	50 mA		2,0 bij 20 mA
CQX40	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
CQX11	groen	groen/mat	30 mA		2,6 bij 20 mA
CQX12	geel	geel/mat	30 mA		4,2 bij 20 mA
5 mm types, plat front					
V510P	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
V511P	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
V512P	groen	groen/mat	30 mA		0,8 bij 20 mA
V513P	geel	geel/mat	30 mA		0,8 bij 20 mA
V520P	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
V521P	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
V522P	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V523P	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V530P	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
V531P	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
V532P	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V533P	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V540P	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
V541P	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
V542P	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V543P	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
3 mm types, plat front					
V320P	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
V321P	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
V322P	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V323P	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V330P	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
V331P	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
V332P	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V333P	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V340P	rood	rood/mat	50 mA		0,7 bij 20 mA
V341P	oranje	lichtrood/mat	30 mA		2,0 bij 20 mA
V342P	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA
V343P	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 20 mA

7.3 LED's

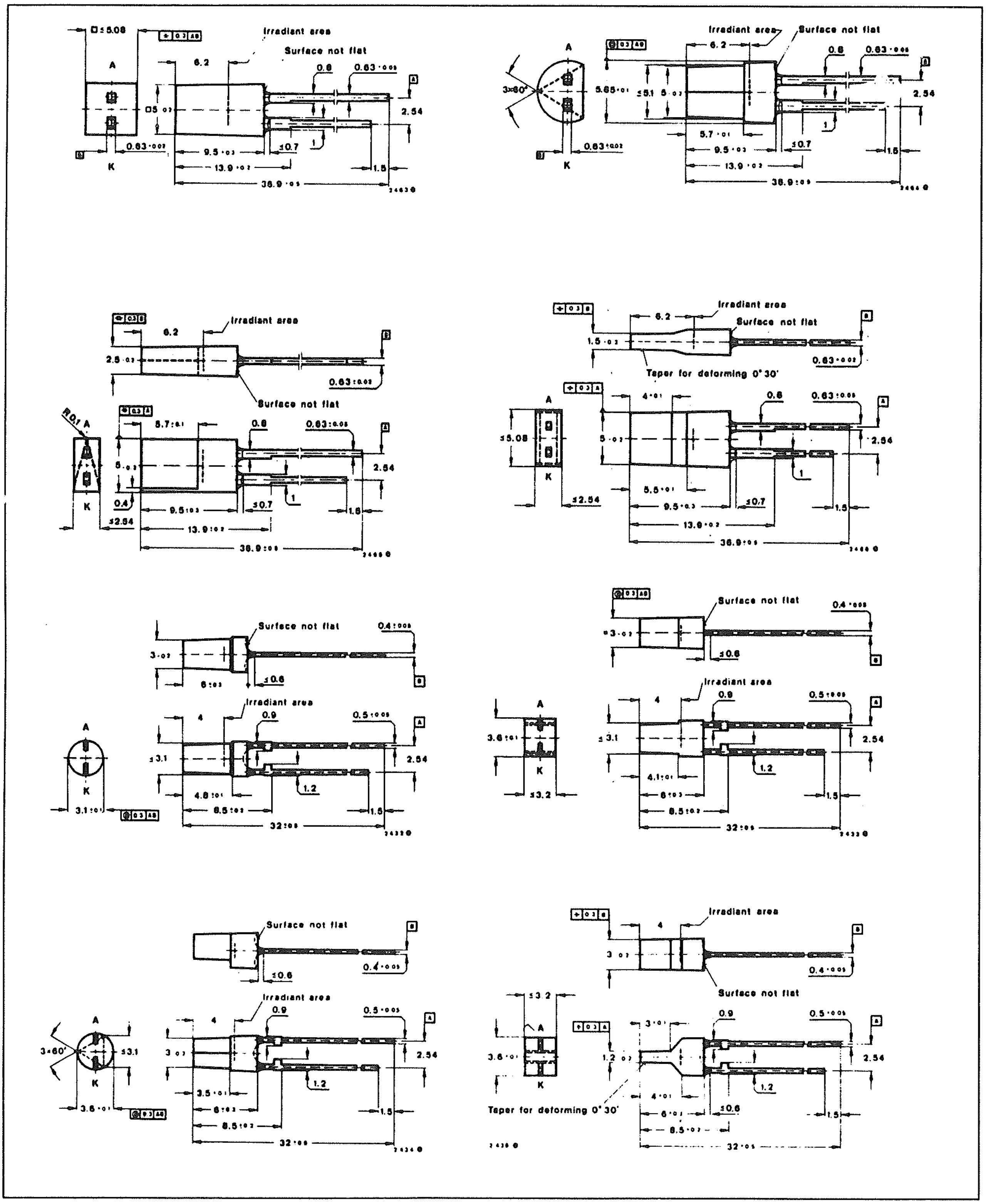
5 mm types, bol front					
CQY55	rood	rood/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY65	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY75	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY56	rood	rood/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY66	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY76	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY57	rood	rood/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY67	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY77	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY58	rood	rood/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY68	groen	groen/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
CQY78	geel	geel/mat	30 mA		1,0 bij 10 mA
5 mm types, bol front					
LD 41 S	rood	rood/mat	100 mA	>	2,0 bij 20 mA
LD 52 S	rood	rood/mat	60 mA	>	2,0 bij 10 mA
LD 52 CS	rood	rood/helder	60 mA	>	9,0 bij 10 mA
LD 56 S	geel	geel/mat	60 mA	>	1,6 bij 10 mA
LD 56 CS	geel	geel/helder	60 mA	>	10,0 bij 10 mA
LD 57 S	groen	groen/mat	60 mA	>	4,0 bij 20 mA
LD 57 CS	groen	groen/helder	60 mA		20,0 bij 20 mA

Tabel 6/7.3-7: LED's, in diverse uitvoeringen



Figuur 6/7.3-1: Behuizingen van LED's, deel 1.

7.3 LED's



Figuur 6/7.3-2: Behuizingen van LED's, deel 2.

7.3 LED's

6/7.4

De belangrijkste 7-segment LED displays

type	kleur	cijfer hoogte	dec. punt
1-digit, gem. kathode			
CQY 81	rood	7 mm	l
DL 707	rood	7 mm	l
TIL 302	rood	7 mm	l
DTIL 312	rood	7 mm	l+r
HA 1075 r	rood	7 mm	r
MAN 3620	orange	7 mm	l
MAN 52	groen	7 mm	l
MAN 82	geel	7 mm	l
CQY 71	rood	8 mm	l
TLR 313	rood	8 mm	r
ECG 3052	rood	8 mm	r
ECG 3062	oranje	8 mm	l
ECG 3053	oranje	8 mm	r
ECG 3063	groen	8 mm	l
ECG 3054	groen	8 mm	r
ECG 3064	geel	8 mm	l
ECG 3055	geel	8 mm	r
HA 1105	rood	10 mm	r
ECG 3068	rood	10 mm	r
ECG 3070	oranje	10 mm	r
CQY 91 A	rood	13 mm	r
TIL 701	rood	13 mm	r
HA 1141 o	oranje	13 mm	r
HA 1141 g	groen	13 mm	r
CQY 92 A	groen	13 mm	r
HA 1141 y	geel	13 mm	r
ECG 3078	rood	14 mm	r
TLR 306	rood	15 mm	r
DL 747	rood	16 mm	l
HA 1181 r	rood	18 mm	r
HA 1181 o	oranje	18 mm	r
HA 1181 g	groen	18 mm	r
HA 1181 y	geel	18 mm	r
CQY 84	rood	19 mm	r
ECG 3080	rood	20 mm	r
1-digit, gem. kathode			
TIL 313	rood	7 mm	r
HA 1077 r	rood	7 mm	r
ECG 3056	rood	8 mm	r
ECG 3057	rood	8 mm	r
ECG 3058	oranje	8 mm	r
ECG 3059	groen	8 mm	r
ECG 3060	geel	8 mm	r
HA 1107	rood	10 mm	r
ECG 3069	rood	10 mm	r
HA 11031 o	oranje	10 mm	r
ECG 3071	oranje	10 mm	r
HA 1143 r	rood	13 mm	r
CQY 92 k	groen	13 mm	r
HA 1143 g	groen	13 mm	r
HA 1143 y	geel	13 mm	r
HA 1143 o	oranje	13 mm	r
ECG 3069	rood	14 mm	r
HA 1183 r	rood	18 mm	r
HA 1183 o	oranje	18 mm	r
HA 1183 g	groen	18 mm	r
HA 1183 y	geel	18 mm	r

type	kleur	cijfer hoogte	dec. punt
Overflow displays, gem. anode			
TIL 327	rood	7 mm	l
TIL 304	rood	7 mm	r
ECG 3051	rood	7 mm	
HA 10821 r	rood	8 mm	r
ECG 3065	rood	8 mm	r
HA 1106 r	rood	10 mm	r
HA 11021 g	groen	10 mm	r
HA 1142 r	rood	13 mm	r
HA 1142 o	oranje	13 mm	r
HA 1142 g	groen	13 mm	r
HA 1142 y	geel	13 mm	r
HA 1182 r	rood	18 mm	r
HA 1181 o	oranje	18 mm	r
HA 1183 g	groen	18 mm	r
HA 1182 y	geel	18 mm	r
1 1/2-digit displays, gem. anode			
CQY 86 A	rood	13 mm	r
HA 2133 r	rood	13 mm	r
HA 2143 r	rood	13 mm	r
ECG 3076	rood	14 mm	r
CQX 86 A	oranje	13 mm	r
CQX 90 A	groen	13 mm	r
CQX 92 A	geel	13 mm	r
2-digit displays, gem. anode			
CQX 87 A	rood	13 mm	r
HA 2132 r	rood	13 mm	r
HA 2147 r	rood	13 mm	r
ECG 3074	rood	14 mm	r
CQX 89 A	oranje	13 mm	r
CQX 91 A	groen	13 mm	r
CQX 93 A	geel	13 mm	r

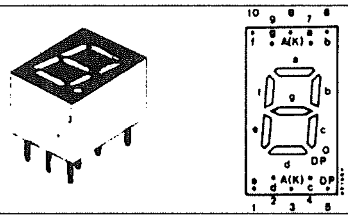
7.4 7-Segment LED displays

type	kleur	cijfer hoogte	dec. punt
Overflow displays, gem. anode			
TIL 304	rood	7 mm	r
HA 1108 r	rood	10 mm	r
HA 1144 r	rood	13 mm	r
HA 1144 o	oranje	13 mm	r
HA 1144 g	groen	13 mm	r
HA 1144 y	geel	13 mm	r
HA 1184 r	rood	18 mm	r
HA 1184 o	oranje	18 mm	r
HA 1184 g	groen	18 mm	r
HA 1184 y	geel	18 mm	r
1 1/2-digit displays, gem. anode			
CQX 86 K	rood	13 mm	r
HA 2137 r	rood	13 mm	r
HA 2144 r	rood	13 mm	r
ECG 3077	rood	14 mm	r
CQX 88 k	oranje	13 mm	r
CQX 90 k	groen	13 mm	r
CQX 92 k	geel	13 mm	r
2-digit displays, gem. anode			
CQY 87 K	rood	13 mm	r
HA 2143 r	rood	13 mm	r
HA 2144 r	rood	13 mm	r
ECG 3075	rood	14 mm	r
CQX 89 K	oranje	13 mm	r
CQX 91 K	groen	13 mm	r
CQX 93 K	geel	13 mm	r

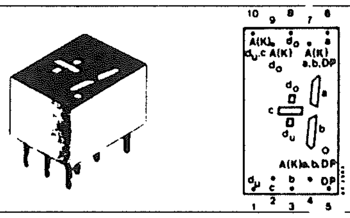
6/7.4.1

7-segment LED displays van Telefunken

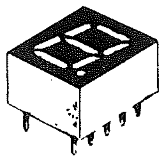
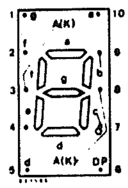
7 mm 7-SEGMENT-DISPLAYS – 0.27 inch

type		kleur	gemiddelde waarden per segment			behuizing	tek.
			φ	I_V[1] µcd	V_F[2] V		
D 100 P	A K	rood	±50°	350	1.6		301
D 101 P	A K	felrood	±50°	800	2.2		
D 102 P	A K	groen	±50°	500	2.4		
D 103 P	A K	geel	±50°	500	2.4		

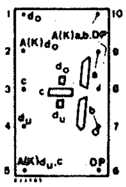
7 mm 7-SEGMENT-DISPLAYS ± Overflow – 0.27 inch

type		kleur	gemiddelde waarden per segment			behuizing	tek.
			φ	I_V[1] µcd	V_F[2] V		
D 190 P	A K	rood	±50°	350	1.6		302
D 191 P	A K	felrood	±50°	800	2.2		
D 192 P	A K	groen	±50°	500	2.4		
D 193 P	A K	geel	±50°	500	2.4		

10 mm 7-SEGMENT-DISPLAYS – 0.4 inch

type		kleur	gemiddelde waarden per segment			behuizing	tek.
			φ	I_V[1]) µcd	V_F[2]) V		
D 200 P	A K	rood	±50°	350	1.6	 	303
D 201 P	A K	felrood	±50°	800	2.2		
D 202 P	A K	groen	±50°	500	2.4		
D 203 P	A K	geel	±50°	500	2.4		

10 mm 7-SEGMENT-DISPLAYS ± Overflow – 0.4 inch

type		kleur	gemiddelde waarden per segment			behuizing	tek.
			φ	I_V[1]) µcd	V_F[2]) V		
D 290 P	A K	rood	±50°	350	1.6	 	304
D 291 P	A K	felrood	±50°	800	2.2		
D 292 P	A K	groen	±50°	500	2.4		
D 293 P	A K	geel	±50°	500	2.4		

Opm.: A, K geeft aan gemeenschappelijke anode resp. kathode. [1]) I_F – 10 mA [2]) I_F – 20 mA

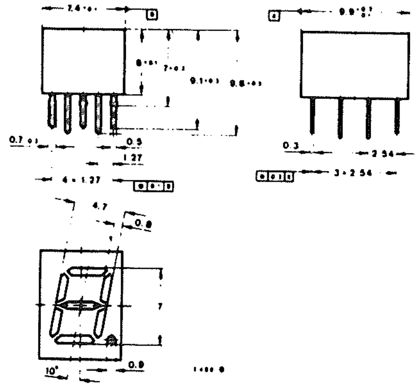
6/7.4.2

Mechanische behuizingen van 7-segment LED's van Telefunken

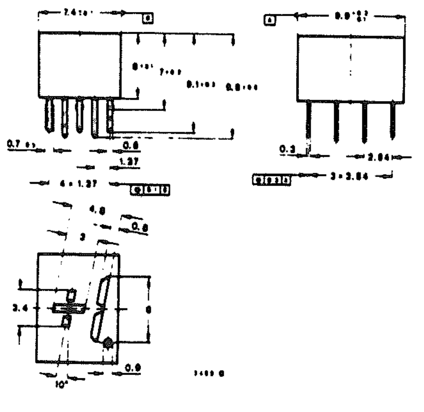
Behuizingen 7-segments-LED-displays

tek. 301 **tek. 302** **tek. 303**

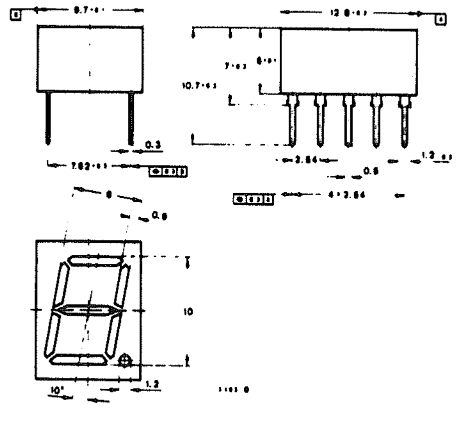
tek. 304 **tek. 305**



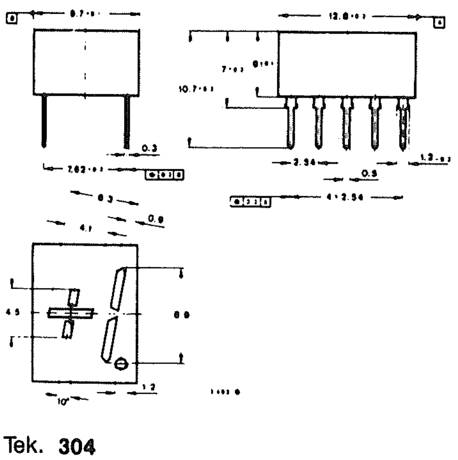
Tek. **301**



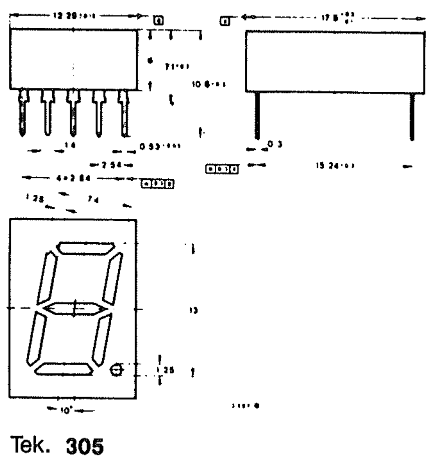
Tek. **302**



Tek. **303**



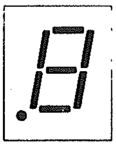
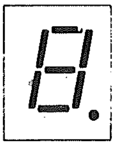
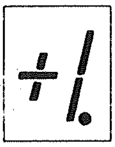
Tek. **304**



Tek. **305**

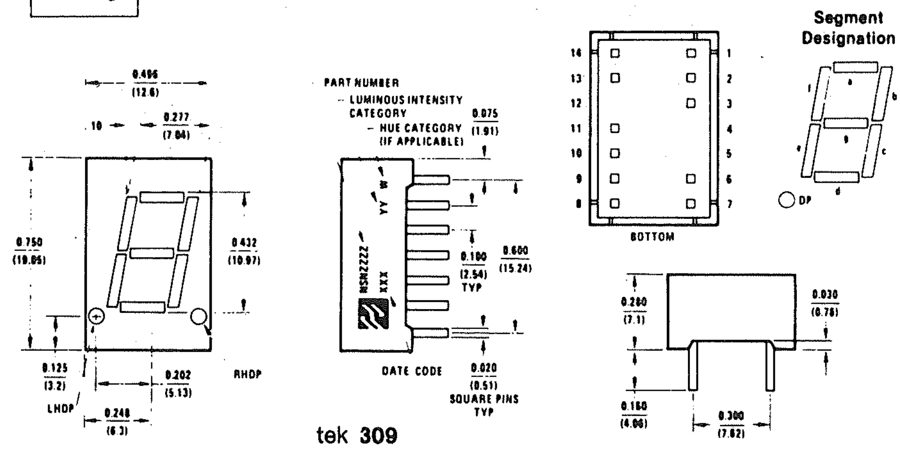
6/7.4.3

Keuzetabel – 7-segment-LED-Displays

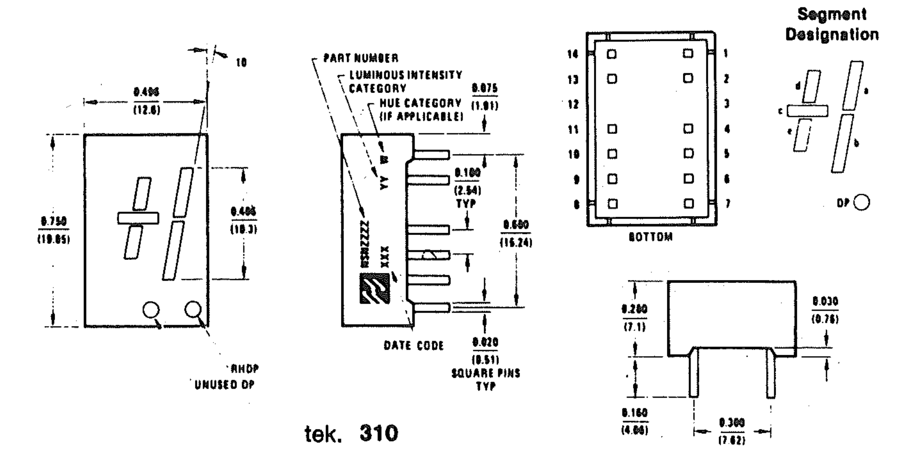
cijferhoogte 0.432 10,97 mm	rood		felrood		groen		geel		
	CA	CC	CA	CC	CA	CC	CA	CC	Abb.
	NSN 7750		NSN 7650		NSN 7670		NSN 7660		309
	NSN 7751	NSN 7760	NSN 7651	NSN 7653	NSN 7671	NSN 7673	NSN 7661	NSN 7663	309
	NSN 7756		NSN 7656		NSN 7776		NSN 7766		310

CA = gemeenschappelijke anode
CC = gemeenschappelijke kathode

afmetingen in inches (mm)



tek 309



tek. 310

7.4 De belangrijkste 7-segments LED displays

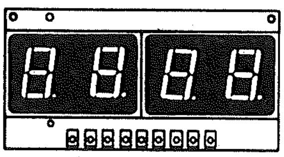
6/7.4.4

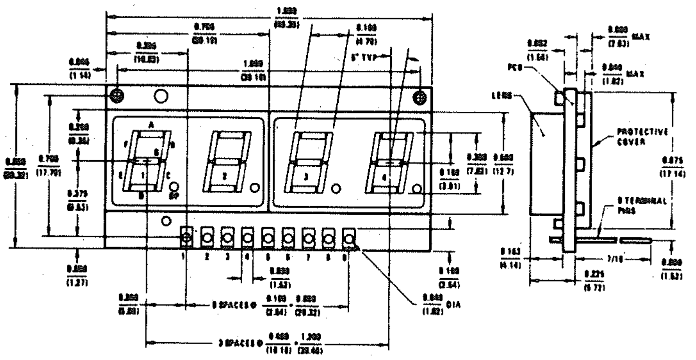
Geïntegreerde 7-segment-LED-displays met drijver

NSM 4000 Serie

Gegevens:
- 2/4 digits (rood met dec. punt rechts
- programmeerbare stroom door LED's
- seriele data-ingang
- TTL-compatibel
- directe (niet gemultiplexte) drijvers
- 0,3" (7,62 mm) en 0,5" (12,7 mm) hoge cijfers
- grote voedingsspanningsvariatie

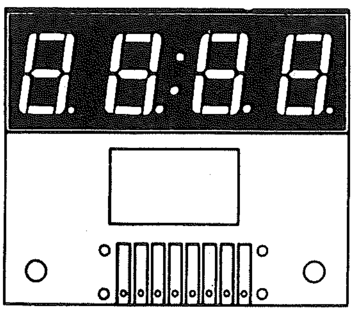
NSM 4000 A

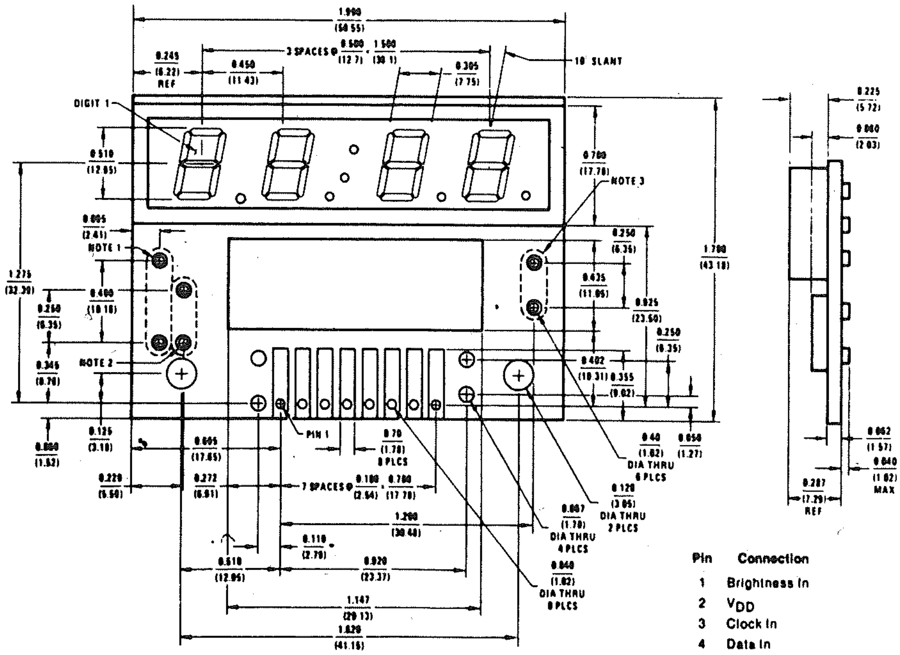




Pin	Electrical Connection
1	External LED 1
2	External LED 2
3	Enable In
4	Data In
5	Clock In
6	V_{DD}
7	Brightness Control
8	Gnd
9	V_{LED}

NSM 4005 A



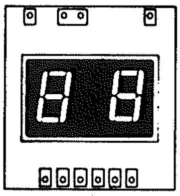


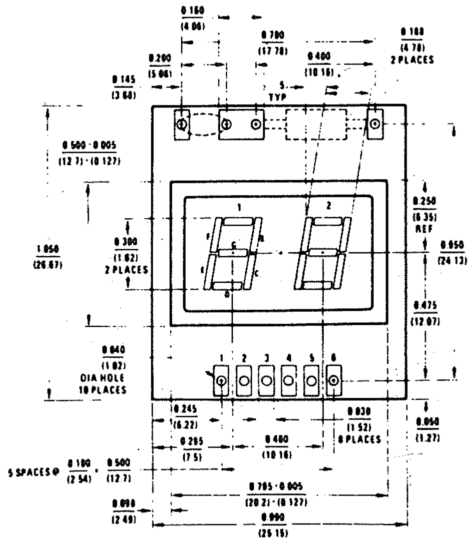
Pin	Connection
1	Brightness In
2	V_{DD}
3	Clock In
4	Data In
5	Enable In
6	GND
7	V_{LED}
8	No Connection

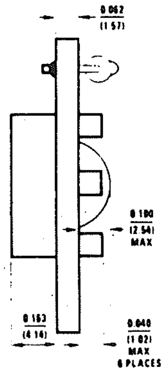
7.4 De belangrijkste 7-segments LED displays

Toepassing:
- microprocessor (COPSTM) compatibel
- digitale klokken, thermometers, tellers, voltmeters
- instrument-displays
- frequentie en kanaal displays

NSM 4307



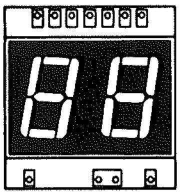


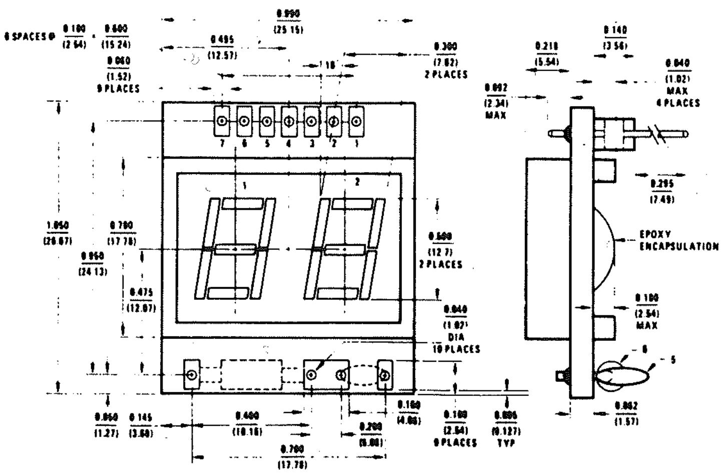


Note 1: Tolerances: XXX ± 0.015 (0.38)
Note 2: Scale: none

Pin No.	Electrical Connections
1	GND
2	Enable In
3	Data In
4	Clock In
5	V_{DD}
6	V_{LED}

NSM 4507





Pin No.	Electrical Connection
1	GND
2	Enable In
3	Data In
4	Clock In
5	V_{DD}
6	V_{LED}
7	Brighiness Input

6/7.5

LCD's (Liquid Cristal Displays)

LC 201140-004



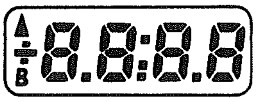
LC 241180-002



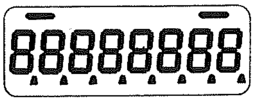
LC 241440-101



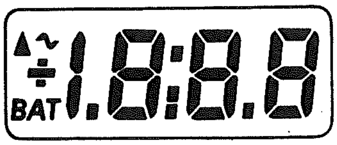
LC 382040-401



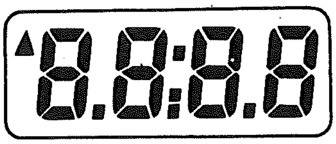
LC 382080-411 (Multiplex)



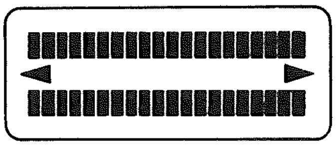
LC 513031-300



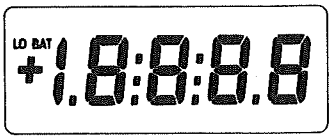
LC 513040-301



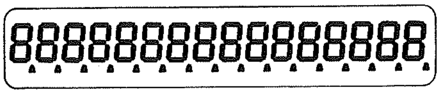
LC 513000-300



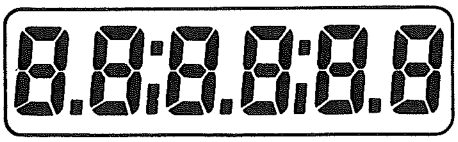
LC 513041-300



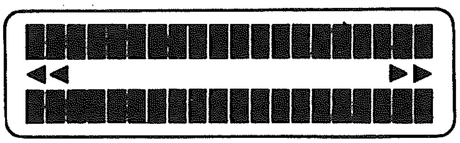
LC 7020160-410 (Multiplex)



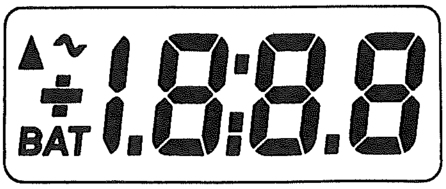
LC 703060-301



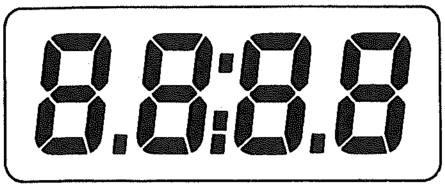
LC 703000-300



LC 703831-300

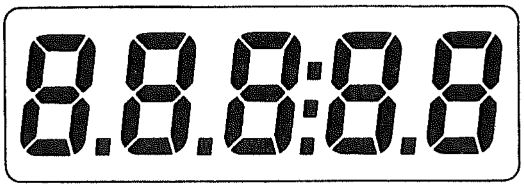


LC 703840-300

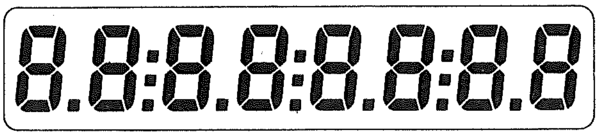


7.5 Typenaanduiding

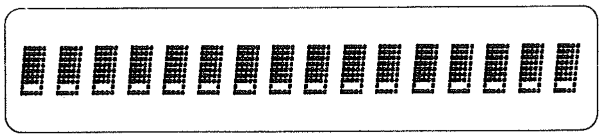
LC 813850-300



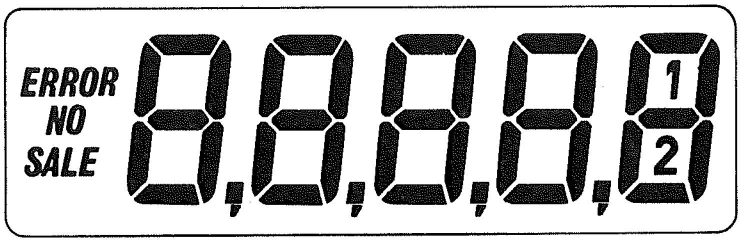
LC 943080-301



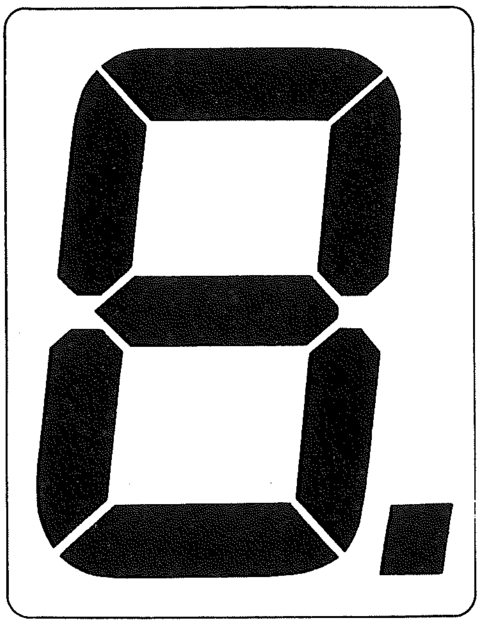
LC 9430160-340 (341) (Multiplex)



LC 11404650-301



LC 07610110-300



6/7.5.1

Typenaanduiding

Voorbeeld
Volledige aanduiding — **LC 51 30 31 - 300 15/1S**

Liquid cristal

Lengte van de contactzijde (breedte display)

Hoogte van de display

Aantal digits:
- 1e cijfer geeft aantal volledige digits
- 2e cijfer geeft aantal niet volledige digits
- (in dit voorbeeld: display met 3½ digits
- de eerste digit kent slechts 0 en 1

Glasdikte:
- 1 = 2 x 0,55 mm
- 2 = 2 x 0,70 mm
- 3 = 2 x 0,85 mm
- 4 = 2 x 1,10 mm

Werkings principe:
- 0 = statisch
- 1 = mux 1:2
- 2 = mux 1:3
- 3 = mux 1:4 - 1:6
- 4 = mux 1:7 - 1:12
- 5 = mux 1:13 - 1:24

lopend grafieknummer

Poolfilter:
- 09 = zonder poolfilter
- 15 = reflektief standaard temperatuurbereik
- 21 = transflectief standaard temperatuurbereik
- 22 = doorlatend standaard temeratuurbereik
- 27 = transflectief groter temperatuurbereik
- 28 = reflectief grotere temperatuurbereik
- 35 = doorlatend standaard temperatuurbereik
- 37 = doorlatend groter temperatuurbereik

Aansluiting:
- 0 = zonder contacten voor aansluiting met rubberrand
- 1 = met opgestoken DIP-3 5 mm connectors
- 2 = met gelijmde DIP-2 connector
- 3 = met opgestoken DIP-3 7 mm connectors
- 4 = met opgestoken DIP-3 10,5 mm connectors2
- 5 = met speciale connectors bv Dip-2

Temperatuursbereik
- S = standaard (zie datasheets)
- E = groter (zie datasheets)

[1] DIP (Dual in line package)
Dip-2: connector zonder eindaanslag, enkelzijdig kunststof, enkelzijdige contacten
Dip-3: connector met eindaanslag, dubbelzijdige contacten, in kunststof ingekapseld.

7.5 Typenaanduiding

6/7.6

Optische koppelaars

De vanouds bekende optische koppelaars, samengesteld uit enerzijds een infrarode LED en anderzijds een infrarood gevoelige foto-transistor hebben de laatste jaren concurentie gekregen van een aantal typen, die speciaal voor bepaalde toepassingen ontwikkeld zijn.

Doordat er steeds meer vraag is naar optisch gescheiden interfaces voor computers, waarmee men de uitgangssignalen van de computer kan gebruiken voor het besturen van netgevoede schakelingen, zijn er een aantal LED-thyristor en LED-triac koppelaars ontwikkeld, waarvan de thyristor of de triac ook gevoelig is voor infrarood licht en die gaan geleiden als het gevoelige oppervlak getroffen wordt door de lichtbundel van de LED. Deze onderdelen kunnen rechtstreeks 220 W wisselspanning secundair schakelen en zijn in staat wisselstromen tot ongeveer 100 mA te verwerken. Deze optische koppelaars kunnen dus zonder meer gebruikt worden voor besturen van kleine netspanningsgevoede belastingen. Er zijn bovendien exemplàren op de markt, die uitgerust zijn met een geïntegreerde nulspanningsschakeling. Deze schakelen de triac alleen naar geleiding op het moment dat de netspanning door de nul gaat. Grote inschakelstromen worden dus vermeden, hetgeen de ontstoring van de kringen minder problematisch maakt.

Er zijn ook een aantal dubbele en vierdubbele koppelaars op de markt gekomen die zijn ondergebracht in DIL-behuizingen met 8 en 14 pennen. Helaas heeft men er niet aan gedacht de verbinding tussen de chip en de pennen te standaardiseren, zodat men steeds goed moet onderzoeken hoe de LED's en de transistoren intern geschakeld zijn!

In de volgende tabellen zijn de meest populaire optische koppelaars overzichtelijk samengebracht. In de tabellen wordt verwezen naar de behuizingen, die na de tabellen zijn opgenomen.

7.6 Optische koppelaars

Type	Uitvoering	Keurmerk	Isolatie Voc	IC/IF %	VCE. Trans. V	IC Trans. mA	IF LED mA	Uitgang	Behuizing
4N25	enkel	UL	2500	50	30	50	60	trans.	A
4N26	enkel	UL	1500	50	30	50	60	trans.	A
4N27	enkel	UL	1500	30	30	50	60	trans.	A
4N28	enkel	UL	500	30	30		80	trans.	A
4N32	enkel	UL	2500	min. 500	30	125	80	darl.	B
4N33	enkel	UL	1500	min. 500	30	125	80	darl.	B
4N35	enkel	UL	3550	min. 100	30	50	60	trans.	A
4N36	enkel	UL	2500	min. 100	30	50	60	trans.	A
4N37	enkel	UL	1500	min. 100	30	50	60	trans.	A
4N38A	enkel	UL	2500	100	80			trans.	A
CNR21	enkel	VDE	15000		400		30	triac.	J
CNX35	enkel		4400	40	30	100	100	trans.	A
CNX36	enkel		4400	80	30	100	100	trans.	A
CNX48	enkel		4400	min. 500	30	100	100	darl.	B
CNY21EXI	hoge isolatie	VDE	10000	80	32	50	50	trans.	K
CNY21N	hoge isolatie	VDE	10000	60	32	50	50	trans.	K
CNY36	interrupter		–	–	32	100	60	trans.	N
CNY37	interrupter		–	–	32	100	60	trans.	N
CNY57	enkel		4300	20	30	100	100	trans.	A
CNY57A	enkel		4300	40	30	100	100	trans.	A
CNY64	hoge isolatie	UL	8200	100	32	50	75	trans.	J
CNY65	hoge isolatie	LLL-VDE	11600	100	32	50	75	trans.	J
CNY65EXI	hoge isolatie	VDE	11600	100	32	50	75	trans.	J
CNY66	hoge isolatie	UL-VDE	15000	100	32	50	75	trans.	J

7.6 Optische koppelaars

Type	Uitvoering	Keurmerk	Isolatie Voc	IC/IF %	VCE. Trans. V	IC Trans. mA	IF LED mA	Uitgang	Behuizing
CNY70	reflex		–	–	32	32	20	trans.	O
CNY71	AC-ingang	UL	5300	20				trans.	C
CNY72	interrupter								N
CNY73	interrupter								N
CNY74-2	dubbel		5300	50-600		5		trans.	H
CNY74-4	viervoudig		5300	50-600		5		trans.	L
CNY75A	enkel	UL-VDE	5300	63	70	50	60	trans.	A
CNY75B	enkel	UL-VDE	5300	100	70	50	60	trans.	A
CNY75C	enkel	UL-VDE	5300	160	70	50	60	trans.	A
CQY80N	enkel	UL-VDE	4400	90	32	50	60	trans.	A
K170P	reflex		–	–	32	20	32	trans.	P
K827P	dubbel		5300	50-600		5		trans.	I
K847P	viervoudig		5300	50-600		5		trans.	M
K3010P	enkel	VDE	5300		250		8	triac.	F
K3020P	enkel	VDE	5300		400		15	triac.	F
K8013P	enkel		5300				‹2	schmitt-trigger	D
K8016P	interrupter					20	60		N
K8016PF	interrupter					20	60		N
K8031P	enkel		5300				‹2	schmitt-trigger	D
MID400	AC-ingang		3350				30	versterker	G
MOC633	triac	VDE	7500	–	–	–	30	triac.	F
MOC634	triac	VDE	7500	–	–	–	30	triac.	F
MOC635	triac	VDE	7500	–	–	–	10	triac.	F
MOC640	triac	VDE	7500	–	–	–	30	triac.	F

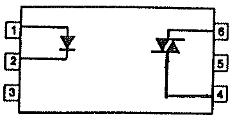
7.6 Optische koppelaars

Type	Uitvoering	Keurmerk	Isolatie Voc	IC/IF %	VCE. Trans. V	IC Trans. mA	IF LED mA	Uitgang	Behuizing
MOC641	triac	VDE	7500	–	–	–	15	triac.	F
MOC3002	thyristor		7500	–	–	–	30	thyristor	E
MOC3003	thyristor		7500	–	–	–	20	thyristor	E
MOC3007	thyristor		7500	–	–	–	40	thyristor	E
MOC3009	triac		7500	–	–	–	30	triac.	F
MOC3010	triac		7500	–	–	–	15	triac.	F
MOC3011	triac		7500	–	–	–	10	triac.	F
MOC3012	triac		7500	–	–	–	5	triac.	F
MOC3030	zero-cross triac		7500	–	–	–	30	triac.	F
MOC3031	zero-cross triac		7500	–	–	–	15	triac.	F
MOC3032	zero-cross triac		7500	–	–	–	10	triac.	F
MOC3040	zero-cross triac	UL	7500	–	–	–	30	triac.	F
MOC3041	zero-cross triac	UL	7500	–	–	–	15	triac.	F
PS2004A	enkel		4000	min.1300	30	200	50	darl.	B
PS2010K	enkel		2500	min. 80	30	100	80	trans.	A
PS2021	enkel		4000	min. 50	40	100	80	trans.	A
PS2022K	enkel		2500	min. 900	40	100	80	darl.	B
PS3002	enkel		2500		400		12	thyristor.	E
TIL.111	enkel		1500	300	70		100	trans.	A
TIL.112	enkel		1500	200	20		100	trans.	A
TIL.113	enkel		1500	min. 300	30		100	darl.	B
TIL.116	enkel		2500	300	30		100	trans.	A
TIL.117	enkel		2500	550	30		100	trans.	A
TIL.118	enkel		1500		20		100	trans.	A
TIL.119	enkel		1500	min.300	30		100	darl.	B

Correcties

In de vorige aanvulling zijn door een foutje in het productieproces, de coderingen van een aantal figuren niet afgedrukt. Hiervoor onze wel gemeende excuses.
D.m.v. deze pagina willen we deze fout herstellen. Hieronder is weergegeven om welke figuren het gaat en welke coderingen daarbij horen. U kunt deze pagina bij de desbetreffende figuren invoegen of de coderingen er bij schrijven.

Deel 6 hoofdstuk 7.6 blz. 5

A	B
C	D
E	F 
G	H

Deel 6 hoofdstuk 7.6 blz. 6

I	J
K	L

Deel 6 hoofdstuk 7.6 blz. 7

M	N
O	P

Deel 6 hoofdstuk 6.14 blz. 8

A	B
C	D
E	F
G	H

Deel 6 hoofdstuk 6.14 blz. 9

I	J
K	L

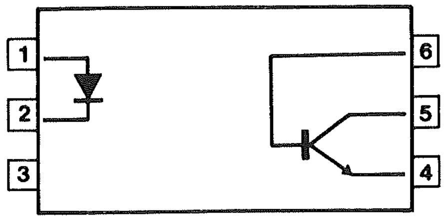
Deel 6 hoofdstuk 6.14 blz. 10

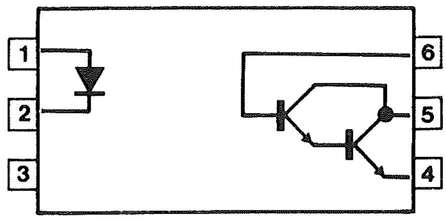
M	N
O	P
Q	R

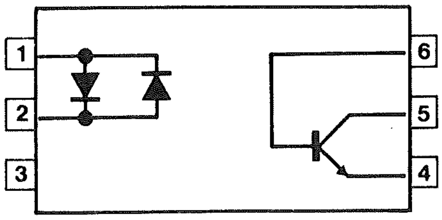
Deel 6 hoofdstuk 6.14 blz. 11

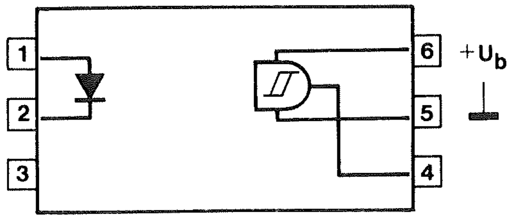
S	T

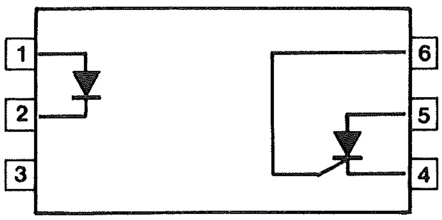
7.6 Optische koppelaars

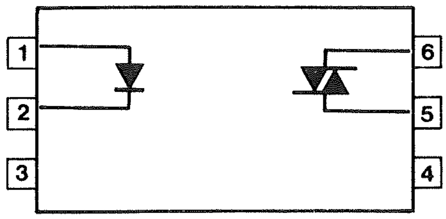


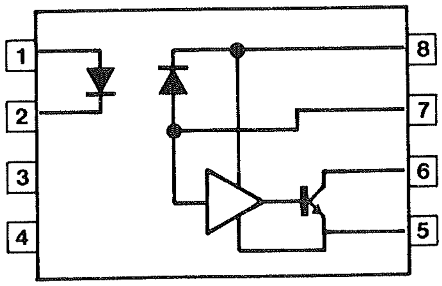


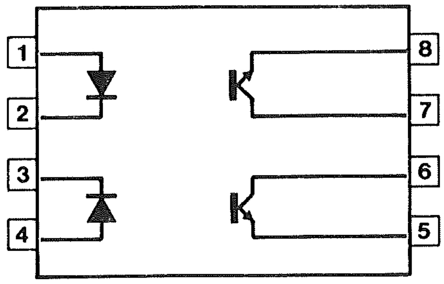




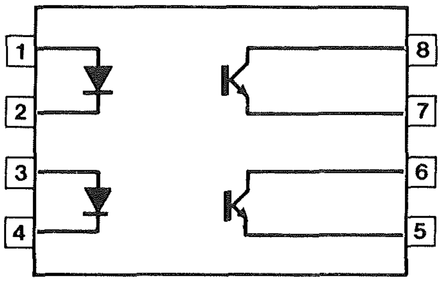


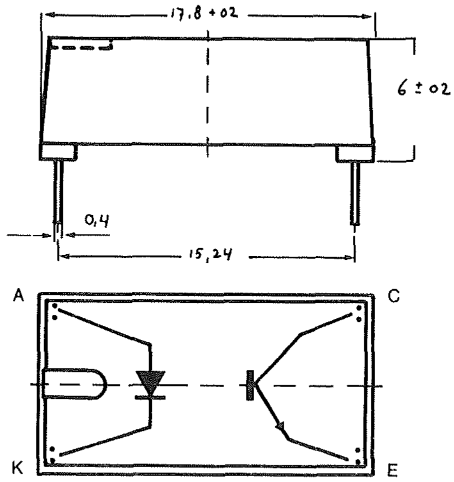


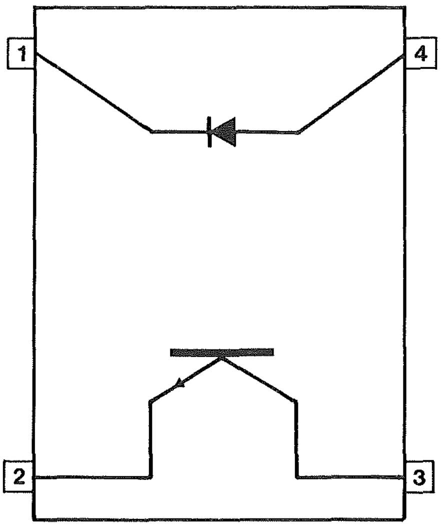


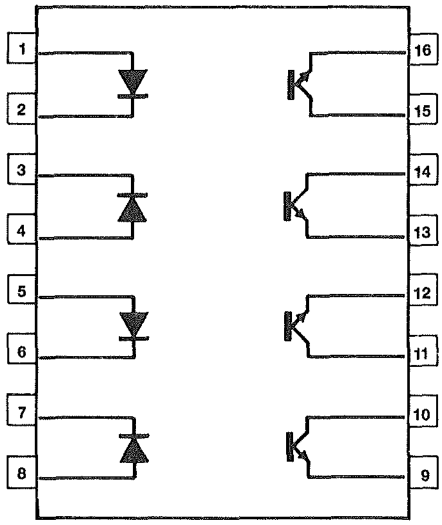


7.6 Optische koppelaars

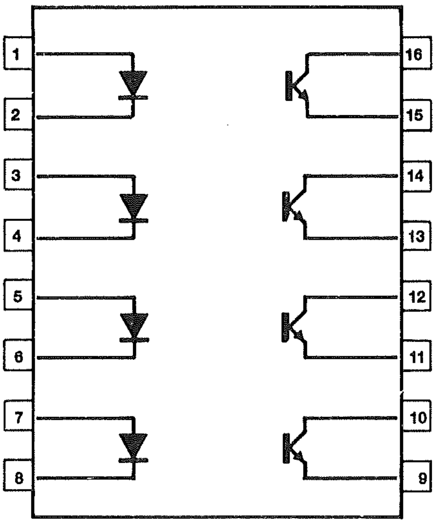


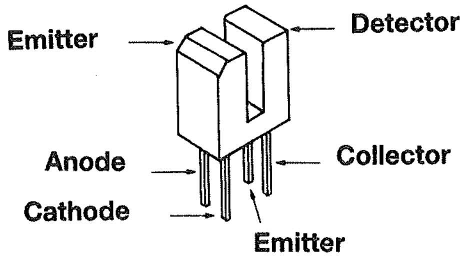


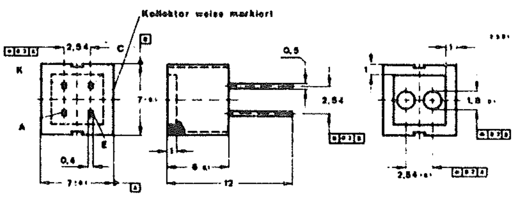


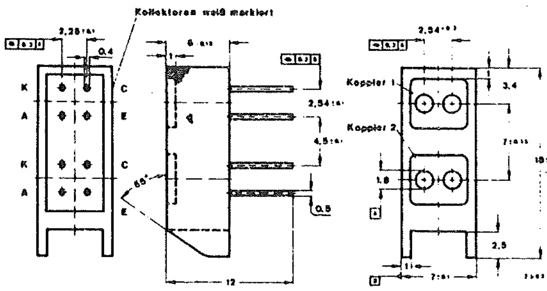


7.6 Optische koppelaars









7.6 Optische koppelaars

6/7.7

Foto-detectoren

6/7.7.1
Achtergronden
Inleiding

Onder de algemene term foto-detectoren worden onderdelen verstaan die gevoelig zijn voor licht en die als optische sensoren in een breed gebied kunnen worden toegepast.

Foto-detectoren kunnen in drie groepen worden ingedeeld:
- foto-elementen, aktieve tweepolen die kunnen werken zonder externe spanningsbron;
- foto-dioden, actieve tweepolen die een externe voedingsbron nodig hebben en een lichtafhankelijke stroom leveren;
- foto-transistoren, aktieve driepolen met versterkingsfactoren tot ongeveer 500.

Toepassingsgebieden

Omdat foto-elementen, -dioden en -transistoren ieder hun specifieke eigenschappen hebben, kan men voor de drie fundamentele groepen ook specifieke toepassingen onderscheiden.

Foto-elementen zijn bruikbaar in of als:
- automatische scherpstelling bij projectoren;
- lichtintensiteitsmeters in de fotografie;
- lichtsluizen;
- hoekcodeurs;
- automatische intensiteitsregelaars.

Foto-dioden treft men aan in:
- elektronische weegschalen;
- lichtgevoelige schakelaars;
- lezers voor optische codes;
- laser detectoren;
- computergestuurde flitsapparaten;
- rookmelders;
- positiemelders;
- kamera's;
- belichtingsmeters;
- kleuren analysatoren;
- infrarode alarminstallaties;
- ingangselement bij glasvezelverbindingen.

Foto-transistoren worden gebruikt in:
- optische schakelaars;
- gevoelige lichtsluizen;
- vloeistofniveau indicatoren.

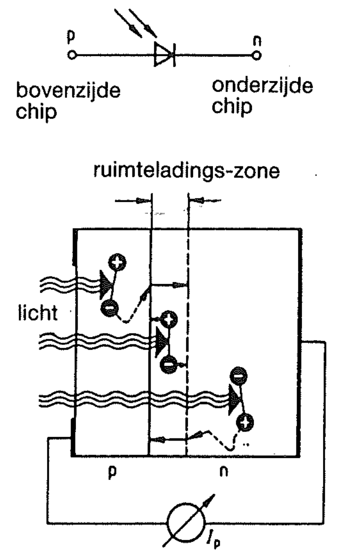
Het foto-element

Het foto-element is een tweepolig onderdeel dat optische in elektrische energie omzet zonder dat daarvoor een externe spanningsbron noodzakelijk is. De interne serie-weerstand is relatief laag.

De werking van een foto-element wordt verduidelijkt aan de hand van de fysische voorstelling van figuur 6/7.7.1-1.
Door lichtinval op de junctie onstaan vrije ladingsdragers. Deze veroorzaken een elektron/gat paar. Als de elektronen en de gaten in de buurt van PN-overgang ko-

7.7 Foto-detectoren

men worden zij door het interne elektrische veld van de ruimteladings-zone tussen de twee halfgeleidende gebieden van het element verdeeld. Door de opeenhoping van enerzijds elektronen en anderzijds gaten ontstaat een spanningsverschil, de zogenaamde fotospanning. Bij belasting van het element met een weerstand heeft deze spanning een stroom tot gevolg. Lichtenergie wordt rechtstreeks in elektrische energie omgezet!



Figuur 6/7.7.1-1: Schematische voorstelling van een foto-element.

De onbelaste spanning U_L van het element is afhankelijk van de belichtingsintensiteit en stijgt ongeveer volgens een logaritmische wet met de hoeveelheid licht die op het element valt. Bij planarelementen bereikt de onbelaste spanning zelfs bij lage belichtings-intensiteiten relatief hoge waarden.

Opgemerkt moet worden dat U_L niet afhankelijk is van de grootte van het belichte oppervlak.

De kortsluitstroom I_K neemt ongeveer lineair toe met de intensiteit. Deze stroom is wel recht evenredig met het bestraalde oppervlak.

Maximale energie-overdracht ontstaat als men het element afsluit met een belastingsweerstand volgens de formule:

$$R_L = \frac{U_L}{I_K}$$

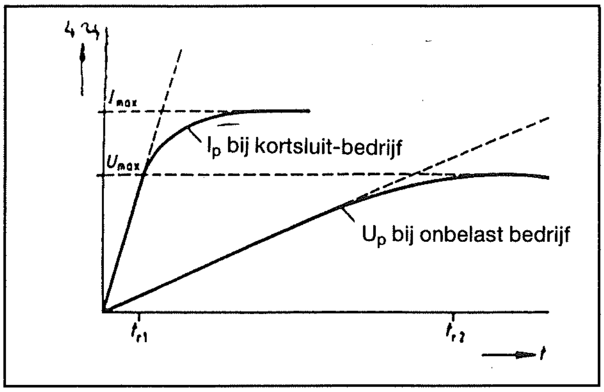
Bij belastingsweerstanden die kleiner zijn dan de kritische aanpassingswaarde R_L is er sprake van een tamelijk proportioneel verband tussen de stroom en de hoeveelheid invallende straling. Het element gedraagt zich min of meer als in kortgesloten toestand.

Bij toepassingen van foto-elementen waarbij prijs wordt gesteld op een proportionele werking is het dus zeer belangrijk dat men de juiste waarde van de kritische belastingweerstand R_L weet. Deze kan worden afgeleid uit de experimentele meting van de onbelaste spanning U_L en de kortsluitstroom I_K.

De stijgtijd waarmee een foto-element een spanning afgeeft aan de externe belastingsweerstand hangt af van de grootte van de belasting. Men onderscheidt twee gevallen, die grafisch zijn toegelicht in figuur 6/7.7.1-2.

Als de belastingsweerstand kleiner is dan de kritische waarde R_L (tendens naar kortsluit-bedrijf) verloopt de stijging van de uitgangsspanning zoals het opladen van een condensator via een weerstand uit een constante spanning. De capaciteit van de sperlaag in het element moet opgeladen worden. De tijdconstante τ kan be-

7.7 Foto-detectoren



Figuur 6/7.1.1.-2: De stijgtijd van de uitgangsspanning van een foto-element is afhankelijk van de grootte van de belastingsweerstand.

rekend worden met de formule:

$$\tau = R_L \cdot C_j$$

waarbij R_L staat voor de belastingweerstand. De geringe eigen inwendige weerstand van het element kan worden verwaarloosd.

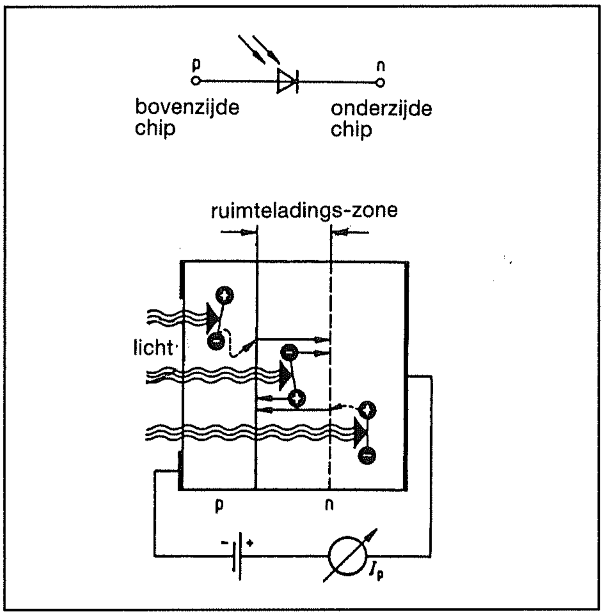
Als de belastingsweerstand groter is dan de kritische waarde R_L (tendens naar onbelast bedrijf) zal de stijgtijd van de uitgangsspanning vele malen groter zijn dan in het vorige geval. Men kan de stijgtijd berekenen met de formule:

$$t_r = \frac{U_{max} \cdot C_j}{I_K}$$

U_{max} is hierbij ongeveer gelijk aan de onbelaste spanning U_L, I_K is de kortsluitstroom van het element voor de geldende belichtingsomstandigheden.

De foto-diode

Bij foto-dioden wordt een PN-overgang in sper ingesteld door het aanleggen van een externe spanning over de junctie, zie figuur 6/7.7.1-3.



Figuur 6/7.7.1-3: De fysische werking van een foto-diode.

Invallende fotonen slaan elektronen los uit de moleculen van de diode. Er ontstaan dus vrije elektronen en uiteraard ook gaten. Deze dringen door de ruimteladings-zone en veroorzaken een kleine stroom in sperrichting, in feite dus een lekstroom.

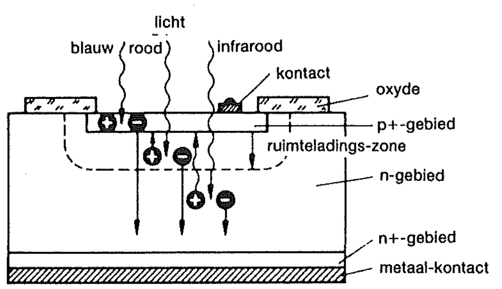
Deze zogenaamde foto-stroom is recht evenredig met de inensiteit van de invallende straling. Eigenschap waar men nuttig gebruik van kan maken bij allerhande toepassingen waar het er op aan komt een hoeveelheid licht nauwkeurig te meten!

In onbelichte toestand zal er toch een kleine lekstroom door de diode vloeien die men de donkerstroom noemt. De momentele waarde van deze stroom is niet constant, maar afhankelijk an een heleboel statistisch bepaalde fysische processen. De donkerstroom kan dus opgevat worden als een ruisverschijnsel. Door het aanwezig zijn van deze ruisstroom neemt de signaalruis verhouding van een foto-diode af.

7.7 Foto-detectoren

Als het er op aan komt deze stroom zo klein mogelijk te houden kan men gebruik maken van de planar-technologie. Planardioden hebben een zeer kleine donkerstroom, waardoor de eigen ruis van de diode erg klein is en men in staat is zeer kleine foto-stromen toch te meten.
Doordat de foto-diode in sper is ingesteld heeft het onderdeel een vrij grote sperlaag-capaciteit. Deze capaciteit vertraagt het schakelgedrag van de diode.

Figuur 6/7.7.1-4 geeft de schematische opbouw weer van een foto-diode.



Figuur 6/7.7.1-4: Schematische voorstelling van de samenstelling van een foto-diode.

De grens van de ruimteladings-zone is voorgesteld door een gestippelde lijn. Als een licht-quant invalt op de diode zal er een elektron/gat-paar gevormd worden. Ontstaat zo'n paar in het ruimteladingsgebied dan zullen de elementen van het paar door het heersende elektrisch veld onmiddellijk worden afgevoerd. De gaten gaan naar de p-zone en de elektronen naar de n-zone. Ontstaat er echter een paar onder de ruimteladings-zone, dan moeten de elemten eerst naar de contacten diffunderen om aan de stroom bij te kunnen dragen. Het is echter heel wel denkbaar dat zo'n paar weer recombineert alvorens het zover is. Er wordt dan geen bijdrage geleverd aan de foto-stroom.

De totale foto-stroom is dus samengesteld uit twee delen. Op de eerste plaats de drift-stroom uit de ruimteladings-zone, op de tweede plaats de diffusie-stroom uit de rest van de junctie.

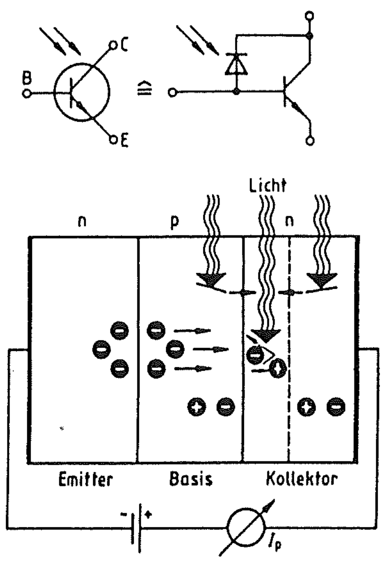
De totale stroom I_p is samengesteld uit de foto-stroom I_F en de lekstroom I_R. Omdat deze laatste zeer klein is kan hij in de meeste gevallen verwaarloosd worden. Omdat de foto-stroom I_F binnen brede grenzen recht evenredig is met de bestralingsintensiteit kan hetzelfde gezegd worden over de totale stroom I_P.

Dioden met een kleine ruimteladingszone noemt men PN-dioden. Bij de zogenaamde PIN-dioden is deze zone veel groter. Het gevolg daarvan is dat bij PN-dioden het grootste deel van de stroom bestaat uit de diffusie-stroom, terwijl bij de PIN-dioden de drift-stroom het grootst is.
De capaciteit van de diode is omgekeerd evenredig met de breedte van de ruimteladings-zone. PIN-dioden hebben dus een kleinere capaciteit en beschikken bijgevolg over betere schakeleigenschappen.

De foto-transistor
In principe kan men een foto-transistor opvatten als een foto-diode met geïntegreerde stroom-versterker. Als lichtgevoelige diode wordt de basis-kollector overgang van de transistor gebruikt, zie figuur 6/7.7.1-5. De foto-stroom vloeit via de basis naar de emitter en wordt door het transistor-effect ongeveer 500 maal versterkt.

Foto-transistoren zijn dan ook veel gevoe-

7.7 Foto-detectoren



Figuur 6/7.1.1.-5: Fysische werking van een foto-transistor.

liger dan foto-dioden. De gevoeligheidswinst ligt tussen de 100 en 500! In de meeste gevallen wordt een foto-transistor gebruikt als emittervolger met open basis. In deze schakeling gedraagt het onderdeel zich als een gewone laagfrequent transistor.

In totale duisternis vloeit er een kleine lekstroom tussen de kollector en de emitter. Deze kan worden berekend met de benaderings-formule:

$$I_D = B \cdot I_{CBo}$$

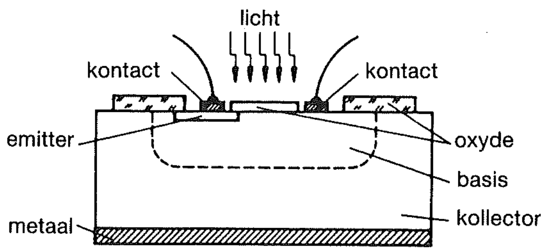
waarbij B gelijk is aan de stroomversterking van de transistor en I_{CBo} de lekstroom van de kollector-basis diode voorstelt.

In belichte toestand vergroot deze stroom zich tot de totale foto-stroom I_F. De uitgangsstroom van de foto-transistor wordt dan gegeven door:

$$I_P = B \cdot (I_{CBO} + I_F)$$

De foto-stroom van de transistor is dus lineair afhankelijk van de foto-stroom van de basis-kollector diode en de afhankelijkheid wordt bepaald door de fysische gevoeligheid van de diode en door de stroomversterking van de transistor. Omdat de waarde van de stroomversterkingsfactor B gebonden is aan een bepaald maximum streeft men bij de fabrikage van de foto-transistor naar een zo groot mogelijke waarde van I_F.

Figuur 6/7.7.1-6 geeft een schematische voorstelling van de constructie van een foto-transistor. De emitter- en basisaansluitingen zijn aan de zijkant aangebracht, zodat de basis-kollector diode zoveel mogelijk licht kan opvangen. De kollector-zone is kunstmatig vergroot om het rendement van de transistor zo groot mogelijk te maken. Hoe groter immers de kollector-zone hoe minder straling er 'ongebruikt' verloren gaat.



Figuur 6/7.7.1-6: De interne bouw van een foto-transistor.

Spectrale gevoeligheid van foto-detectoren

In de grafiek van figuur 6/7.7.1-7 wordt een indruk gegeven van de spectrale gevoeligheid van foto-detectoren. Om deze grafiek te verduidelijken is de spectrale sa-

7.7 Foto-detectoren

menstelling van het zonlicht ingetekend (...-lijn) en de gevoeligheid van het menselijke oog (gearceerd gebied).

Uit deze grafiek blijkt dat er dioden zijn - zoals de ingetekende BPW 21 - die redelijk nauwkeurig de gevoeligheid van het menselijk oog volgen maar dat er ook dioden zijn - zoals de ingetekende SFH 205 - die alleen gevoelig zijn in het infrarode gebied.

Vergelijking van eigenschappen

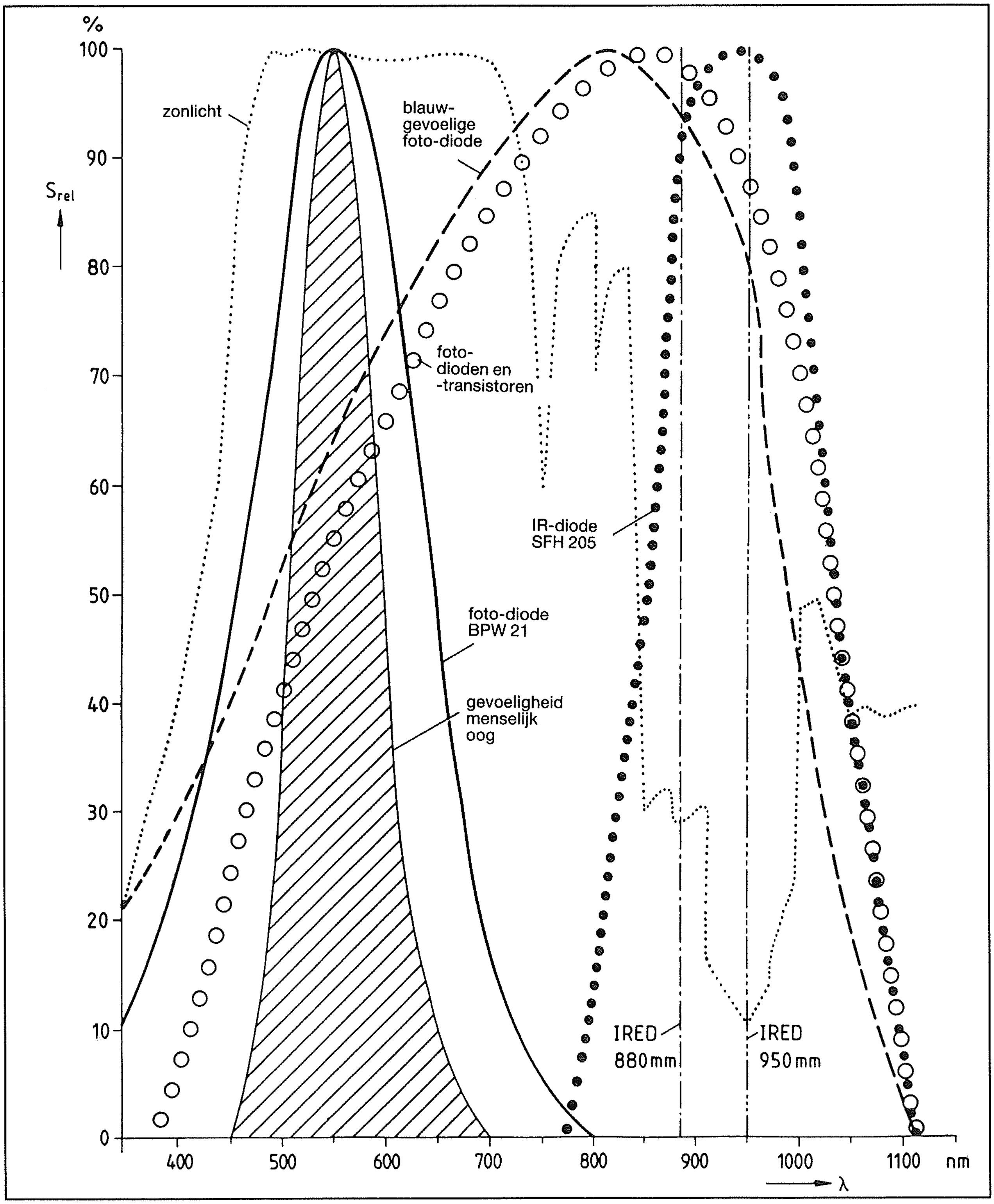
In tabel 6/7.7.1-1 worden foto-elementen, -dioden en -transistoren met elkaar vergeleken. Uit deze tabel kunnen enige voor het toepassen van foto-detectoren belangrijke gevolgen worden getrokken.

Voor snelle toepassingen - denk aan glasvezelverbindingen - komen alleen fotodioden in aanmerking, omdat deze bruikbaar zijn tot 50 MHz, terwijl zowel de foto-elementen als de -transistoren het al bij 100 kHz laten afweten.

Foto-dioden hebben ook de geringste lekstromen - waarden onder de 1 nA zijn geen uitzondering! - zodat deze onderdelen in aanmerking komen voor zeer gevoelige toepassingen.

Voor toepassingen waar het beschikbaar zijn van een voeding problematisch kan zijn - denk aan flitsbuis-triggers en draagbare belichtingsmeters - zijn de foto-elementen met hun eigen fotoafhankelijke uitgangsspanningen ideaal.

7.7 Foto-detectoren



Figuur 6/7.1.1.-7: Vergelijking van de spectrale samenstelling van het zonlicht met de spectrale gevoeligheden van het menselijke oog en enkele foto-detectoren.

7.7 Foto-detectoren

parameter		foto-elementen	foto-dioden	foto-transistoren
sper-spanning	U_R	1 V	1 ... 50 V	30 ... 50 V
foto-gevoeligheid per mm^2				
bij 5 V sperspanning en licht van 2856°K	S	5 ... 10 nA/lx	5 ... 10 nA/lx	5 ... 10 nA/lx
bij 950 nm en 0,5 mW/cm^2	S	1 ... 3 µA	1 ... 3 µA	1 ... 3 µA
golflengte van de spectrale gevoeligheid				
PLANAR-technologie	λ_{Smax} ($\lambda_{S\ 10\%}$)	850 (400 ... 1100)nm	850 (400 ... 1100) nm	850 (400 ... 1100) nm
PIN-PLANAR-technologie met filter	λ_{Smax} ($\lambda_{S\ 10\%}$)	800 (350 ... 1050) nm	800 (350 ... 1050) nm	–
	λ_{Smax} ($\lambda_{S\ 10\%}$)	–	950 (800 ... 1100) nm	–
onbelaste spanning bij 2856°K				
bij 100 lx	U_L	~ 300 mV	–	–
bij 1000 lx	U_L	~ 400 mV	–	–
bij 10000 lx	U_L	~ 500 mV	–	–
donker-stroom				
PLANAR-technologie bij 1 V	I_R/I_{CEO}	100 nA ... 100 µA	1 ... 10 nA	< 100 nA (25 V)
PLANAR-technologie, lage donker-stroom bij 1 V	I_R/I_{CEO}	–	1 ... 50 pA	–
PIN-PLANAR-technologie met filter bij 10 V	I_R/I_{CEO}	–	1 ... 10 nA	–
stroomversterking				
bij 5 V en 1000 lx	B	–	–	200 ... 1000
schakeltijd van 10% naar 90%				
bij 1 kΩ, 5 V en 950 nm	t_r/t_f	5 ... 20 µs	0,01 ... 2,5 µs	5 ... 10 µs
bandbreedte	f_g	25 ... 100 kHz	200 kHz ... 50 MHz	50 ... 100 kHz
capaciteit per mm2				
PLANAR-technologie bij 0 V	C_O	80 ... 150 pF	60 ... 150 pF	–
PIN-PLANAR-technologie met filter bij 0 V	C_O	–	5 ... 15 pF	–
temperatuurs-coëfficiënt				
van U_L	TK	−2,6 mV/K	−2,6 mV/K	–
van I_K	TK	0,12 ... 0,20 %/K	0,12 ... 0,20 %/K	–
van I_P	TK	0,12 ... 0,20 %/K	0,12 ... 0,20 %/K	–

Tabel 6/7.7.1-1: Vergelijking van de specifieke parameters van foto-elementen, -dioden en -transistoren.

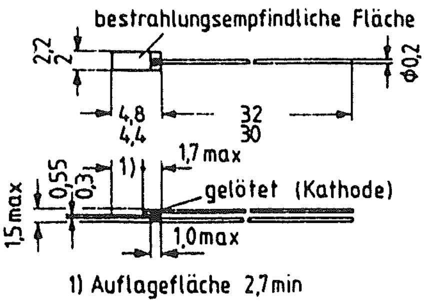
7.7 Foto-detectoren

6/7.7.2
Overzicht foto-elementen

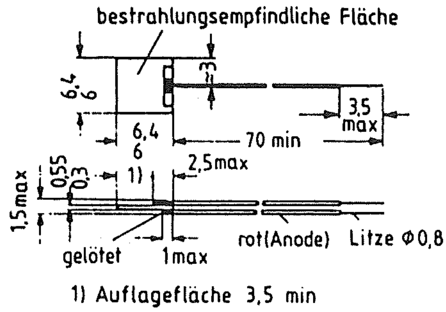
type	afmeting chip (mm2)	gevoelig oppervlak (mm2)	gevoeligheid (mA/lx)	golflengte (nm)	behuizing
BPX79	5,0 x 5,0	20	170 (≥ 100)	800	F
BPY 11PIV	2,15 x 4,65	8,7	55 (≥ 28)	850	A
BPY 11PV	2,15 x 4,65	8,7	66 (≥ 28)	850	A
BPY 47P	10,0 x 20,0	193	1400 (≥ 900)	850	C
BPY 48P	6,2 x 12,6	74	500 (≥ 350)	850	E
BPY 63P	10,0 x 10,0	96	650 (≥ 450)	850	D
BPY 64P	6,2 x 6,2	36	250 (≥ 180)	850	B
TP 60P	zeshoek	130	1000 (≥ 700)	850	H
TP 61P	zeshoek	130	1000 (≥ 700)	850	G

7.7 Foto-detectoren

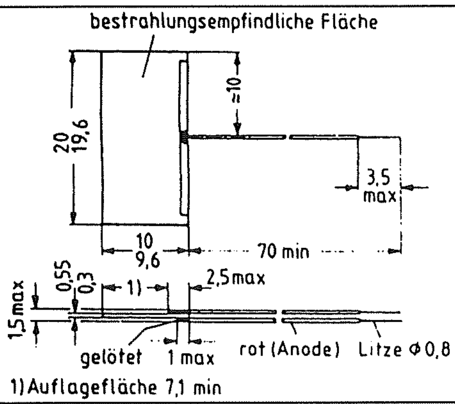
A



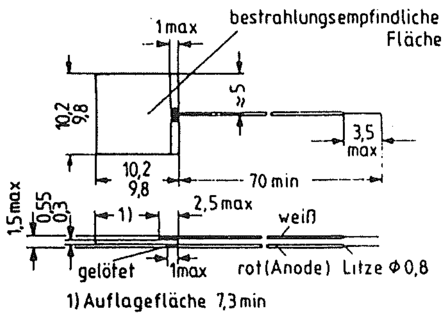
B



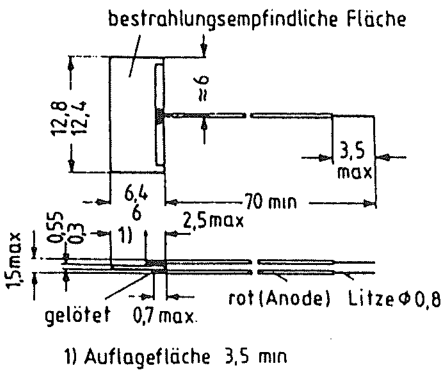
C



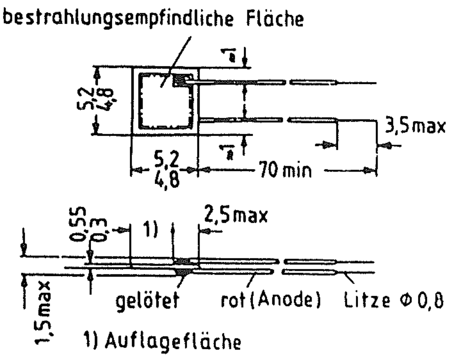
D



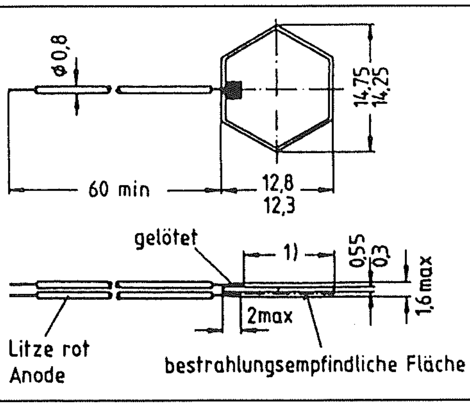
E



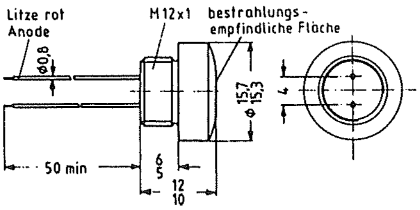
F



G



H



7.7 Foto-detectoren

6/7.7.3 Overzicht foto-dioden

type	gevoelig oppervlak (mm2)	openings-hoek (°)	gevoelig-heid (nA/lx)	maximale sperspanning (v)	lekstroom (nA)	stijgtijd (ns)	golflengte (nm)	behuizing
BP104	4 x 4,5	60	40	20	2	50	950	A
BP104BS	2,7 x 2,7		25					B
BPW21	2,7 x 2,7		7	10	2	7	560	C
BPW24		20		50	5	7	900	D
BPW28				140				E
BPW32	0,98 x 0,98		10	7			800	A
BPW33	2,7 x 2,7		75	7			800	A
BPW34	2,7 x 2,7	60	70	32	2	50	850	A
BPW41	2,7 x 2,7	65				50	940	F
BPW43		25	15	32	10	4	900	G
BPW75	2,7 x 2,7	65		32	30	50	940	H
BPW80	0,7	40	schmitt-trigger			30		I
BPW81	0,7	40	schmitt-trigger			30		I
BPW82	2,7 x 2,7	65		32	30	50	870	F
BPW83	2,7 x 2,7	65		30	30	50	870	H
BPW84								H
BPX40				18				J
BPX42				12				K
BPX48	2 x (2,2 x 0,7)		24	10			850	L
BPX60	2,7 x 2,7		70	32			850	C
BPX61	2,7 x 2,7		70	32			850	C

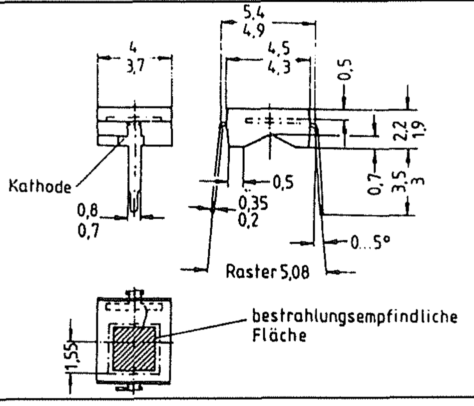
7.7 Foto-detectoren

vervolg Overzicht foto-dioden

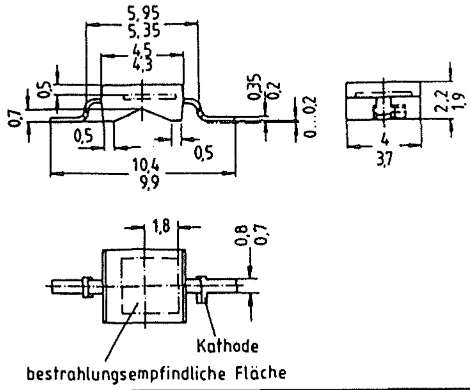
type	gevoelig oppervlak (mm2)	openings-hoek (°)	gevoelig-heid (nA/lx)	maximale sperspanning (v)	lekstroom (nA)	stijgtijd (ns)	golflengte (nm)	behuizing
BPX63	0,98 x 0,98		10	7			800	E
BPX65	0,98 x 0,98		11	50			850	D
BPX66	0,98 x 0,98		11	50			850	E
BPX90	1,65 x 3,05		45	32			850	A
BPX91	2,7 x 2,7		65	32			850	A
BPX92	0,82 x 1,27		9,5					A
BPY12	4,47 x 4,47		180	20			850	M
S153P	2,7 x 2,7	50		50	30	50	900	C
S186P	2,7 x 2,7	65			30	50	940	H
SFH100	8,7 x 2,7		175				850	N
SFH200	1 x 2		20	5			800	A
SFH204	4 x (0,1 x 0,1)		0,13					O
SFH205	2,7 x 2,7		25	20			950	P
SFH206	2,7 x 2,7		80	20			950	P
SFH212	0,98 x 0,98		25					D
SFH216	0,98 x 0,98		50					D
SFH217	0,98 x 0,98		9,5					Q
SFH219	0,98 x 0,98		7					D
SFH221	2 x (2,2 x 0,7)		25					R
SFH230	2,7 x 2,7		26					H
SFH248	2 x (2,2 x 0,7)		24					S
SFH2030	0,98 x 0,98		80					G

7.7 Foto-detectoren

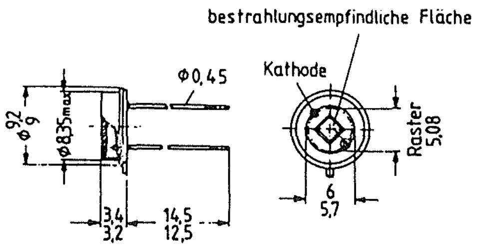
A



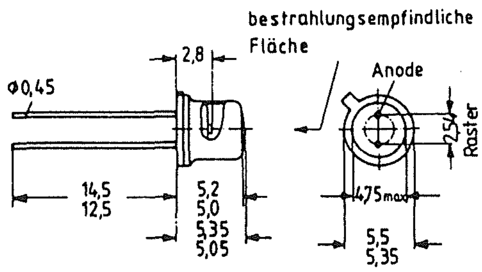
B



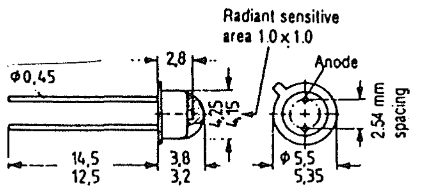
C



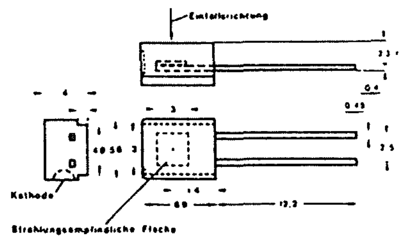
D



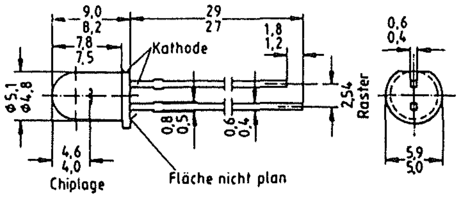
E



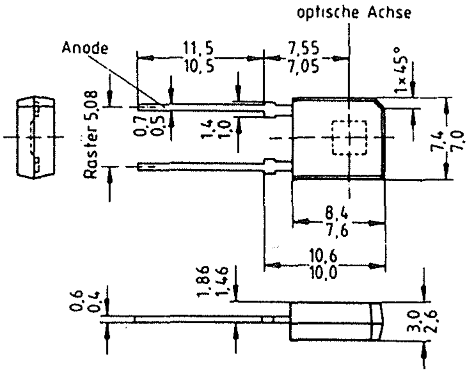
F



G

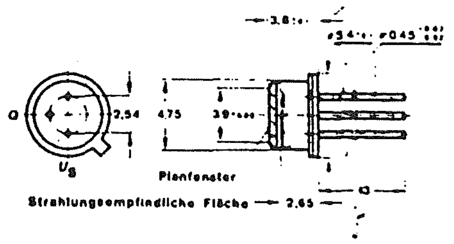


H

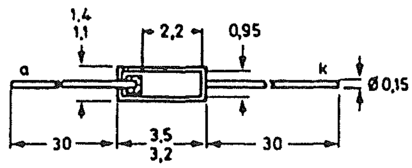


7.7 Foto-detectoren

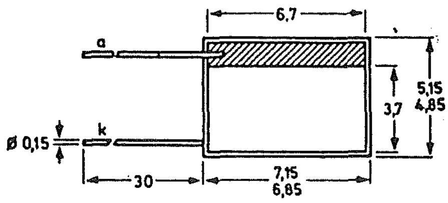
I



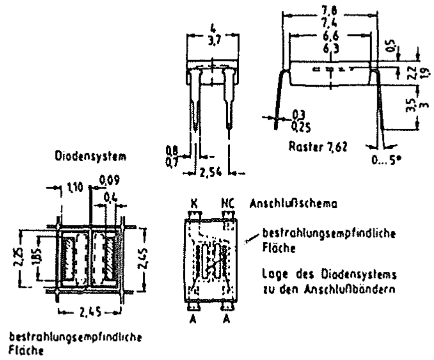
J



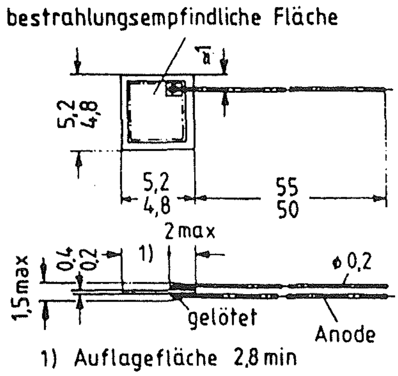
K



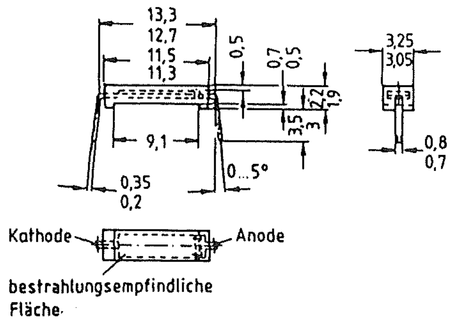
L



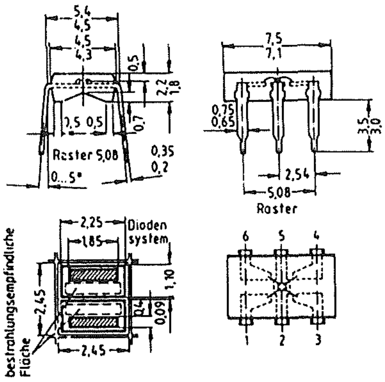
M



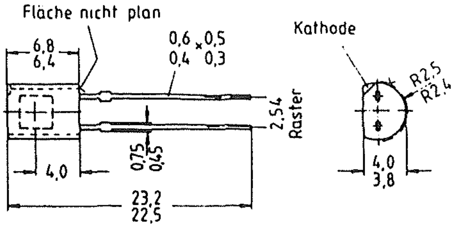
N



O

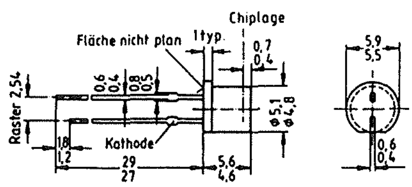


P

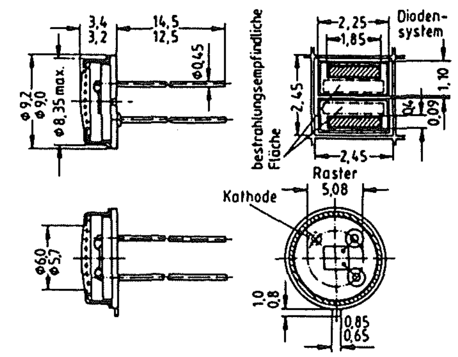


7.7 Foto-detectoren

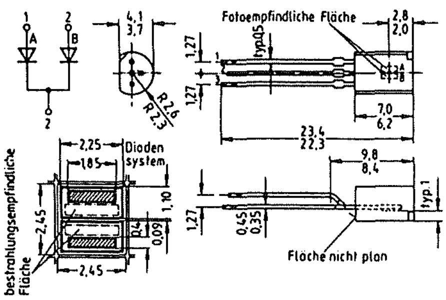
Q



R



S



7.7 Foto-detectoren

6/7.7.4
Overzicht foto-transistoren

type	openings-hoek (°)	V_{CEO} (V)	I_{CEO} (nA)	I_P (mA)	$I_{C\,max}$ (mA)	P_{max} (mW)	golflengte (nm)	behuizing
BP103	55	50		0,8	100	300	850	A
BP103B		35		5,0				B
BPW13A		32	10	0,3	50		780	C
BPW13B		32	10	0,45	50		780	C
BPW13C		32	10	1,00	50		780	C
BPW14A		32	10	3,00	50		780	E
BPW14B		32	10	4,5	50		780	E
BPW14C		32	10	10	50		780	E
BPW16		32	10	0,4	50		750	I
BPW17		32	10	3,0	50		750	I
BPW22		50	100	1,5	25		800	H
BPW39		32	10	1,0	100		750	J
BPW40	20	32	10	6,0	100		780	B
BPW42		32	10	3,0	50		830	H
BPW50		32				150		K
BPW76		70	100	6,0			800	C
BPW77		70	100	10,0			800	E
BPW78		32	100	2,0			780	K
BPW85		70	200	3,0			780	H
BPX25		32	100	13,0	100		800	D
BPX29		32			100	300	800	A

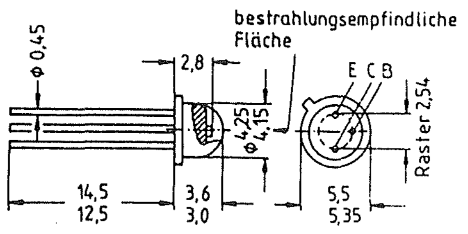
7.7 Foto-detectoren

vervolg Overzicht foto-transistoren

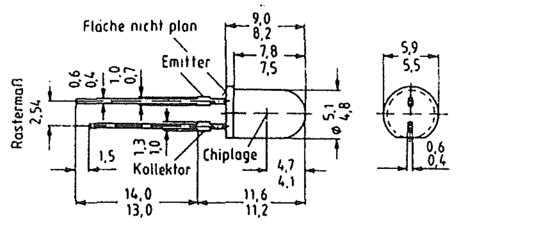
type	openings-hoek (°)	V_{CEO} (V)	I_{CEO} (nA)	I_P (mA)	$I_{C\,max}$ (mA)	P_{max} (mW)	golflengte (nm)	behuizing
BPX38	40	50		2,0	100	300		C
BPX43	20	50		8,0	100	330		D
BPX62	8			4,0				C
BPX72		30	100	5,0	25		800	A
BPX81	18	32		3,2	50	100	850	F
BPX95		30	100	15,0	25		800	B
BPX99	12,5	32	10	30,0	500		850	E
BPY61		50		2,5	100	300		G
SFH309		32		5,0				H
TIL78		50	100	7,0		50	940	B
TIL81	15	30	200	22		250	940	C

7.7 Foto-detectoren

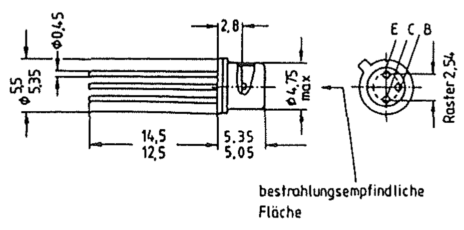
A



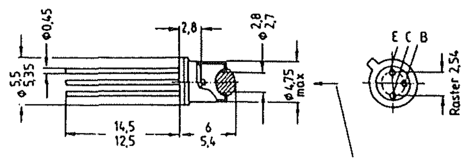
B



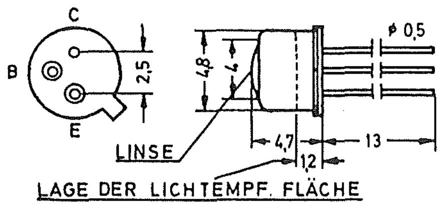
C



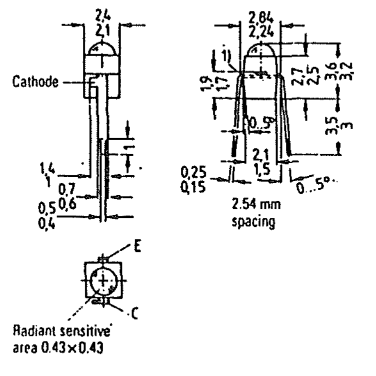
D



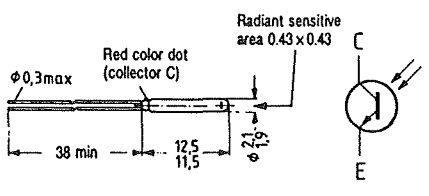
E



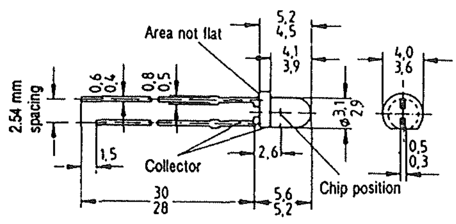
F



G

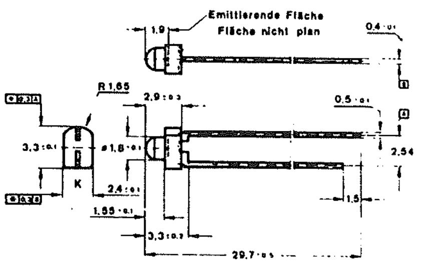


H

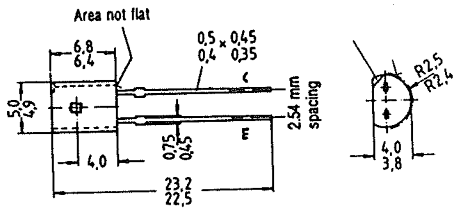


7.7 Foto-detectoren

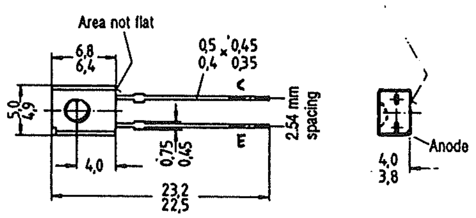
I



J



K



7.7 Foto-detectoren

6/7.8

Infrarode LED's

Inleiding

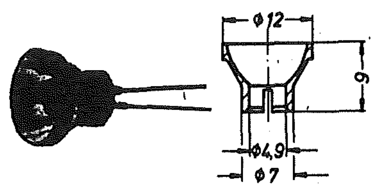
Infrarode LED's worden tegenwoordig het meest toegepast in infrarode afstandsbedieningen, die de oude en storingsgevoelige ultrasone schakelingen volledig verdrongen hebben.

Bij dergelijke toepassingen komt het er meestal op aan een zo groot mogelijke reikwijdte te realiseren. Omdat de maximale stroom die LED's kunnen verwerken nog niet erg groot is heeft men verschillende systemen bedacht om met het ter beschikking staande LED-vermogen toch grote afstanden te overbruggen.
Deze verschillende systemen worden nu in het kort besproken.

- gevoelige ontvanger-schakelingen
  Als het vermogen van een zender beperkt is kan men toch een goede ontvangst waarborgen door de gevoeligheid van de ontvanger op te voeren! Deze algemene wet heeft men ook toegepast op infrarode afstandsbedieningen door het fabriceren van speciale infrarood gevoelige foto-dioden en het ontwerpen van speciale IC's.
- LED's in serie
  Het totale uitgestraalde vermogen stijgt als men meerdere LED's in serie schakelt en men de voedingsspanning van de zenderschakeling verhoogt. Deze oplossing is echter niet altijd mogelijk omdat de voedingsspanning van de zenders wordt beperkt door het simpele feit dat zij uit batterijen worden gevoed!
- sturen met pulsen
  Als men in de specificaties stelt dat een infrarode LED een maximale stroom van 100 mA kan verwerken heeft men het in de meeste gevallen over de gelijkstroom die continu door het onderdeel kan lopen. Het is echter zeer wel mogelijk gedurende korte perioden een veel grotere stroompiek door het onderdeel te sturen. De LED in de zender wordt gestuurd uit een astabiele multivibrator die een asymmetrische blokspanning aan de uitgangstrap aanbiedt. Op deze manier kan men korte stroompulsen van wel 1 A door de LED jagen zonder dat het onderdeel de geest geeft. Uiteraard worden er in dit soort schakelingen hoge eisen gesteld aan de inwendige weerstand van de voeding. Zou de toegepaste batterij een klemspanning van 9 V leveren en een inwendige weerstand van 5Ω hebben, dan zou er tijdens het vloeien van de 1 A piekstroom niet minder dan 5 V vallen over de inwendige weerstand van de batterij! Oplossing voor dit probleem is het parallel schakelen aan de batterij van een grote elektrolytische condensator. Deze laadt op tijdens de 'uit'-periode van de LED en levert gedurende de korte 'aan'-syclus de grote piekstroom uit de verzamelde lading.

7.8 Infrarode LED's

- reflectoren
  Door het bundelen van het door de LED uitgestraalde infrarode licht kan men de reikwijdte vergroten zij het dat daardoor de zender veel richtingsgevoeliger wordt. Er zijn tal van LED-uitvoeringen op de markt die zijn uitgevoerd met een geïntegreerd lensje. LED's in kunststof behuizing kan men uitrusten met reflectoren volgens figuur 6/7.8-1. Volgens de specificaties kan men het bereik daardoor met een factor vijf vergroten. Een tweede voordeel van het gebruik van een reflector is dat de LED gekoeld wordt en het maximaal te dissiperen vermogen toeneemt.



Figuur 6/7.8-1: Metalen of kunststof reflectoren vergroten het stralingsbereik van een infrarode LED met gemiddeld een factor vijf.

Type-overzicht

Er zijn honderden infrarode LED's op de markt die vaak vrijwel identieke eigenschappen hebben. In de tabel op de volgende pagina's worden de eigenschappen van een vijftigtal vaak toegepaste infrarode LED's samengevat.

7.8 Infrarode LED's

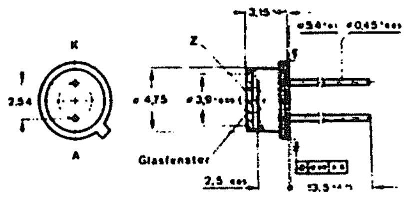
type	openings-hoek (°)	maximale sper-span-ning (V)	maximale stroom (mA)	maximaal vermogen (mW)	golf-lengte (nm)	stijgtijd (ns)	daaltijd (ns)	behuizing
CQW13	25		100	300	950			D
CQW15	± 15,0				950	400	450	G
CQX18	± 40	5	60	100	950	400	450	M
CQX19	± 20	5	250	300	950	700	830	L
CQX47	± 17,5	10	100	280	950	400	450	N
CQX48	± 25	5	50		950	400	450	O
CQY11B		2	30	50				H
CQY11C		2	30	50				H
CQY31	± 40	5	100	165	900	150	120	L
CQY32	± 5	5	100	165	900	150	120	L
CQY36N	± 40	5	100	170	950	400	450	P
CQY37N	± 12,5	5	100	170	950	400	450	P
CQY49B		2	100	150				H
CQY49C		2	100	150				H
CQY50		2	100	150				I
CQY52		2	100	150				I
CQY58A -1	10	5	50	100	930			J
CQY58A -11		5	50	100				J
CQY89A -1		5	130	215				D
CQY89A -11		5	130	215				D
CQY99	25		1,5					D
LD242	60	4	300	470	950			C
LD271	25	4	130	210	950			D
LD273			100		950			G

7.8 Infrarode LED's

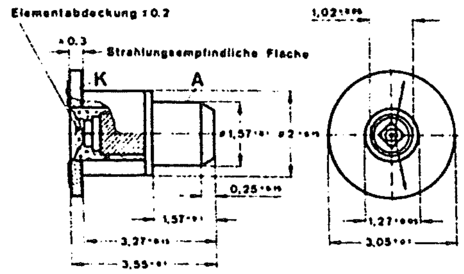
type	openings-hoek (°)	maximale sper-span-ning (V)	maximale stroom (mA)	maximaal vermogen (mW)	golf-lengte (nm)	stijgtijd (ns)	daaltijd (ns)	behuizing
SFH400	6		100					F
SFH409	20	35	100		950			E
TIL31B	10		500	25	950			L
TIL32	35		20	1W	940	300	200	E
TIL41			20		940			K
TSTS7100	± 5	5	240	450	950	400	450	L
TSTS7200	± 15	5	250	450	950	400	450	L
TSTS7500	± 40	5	250	450	950	400	450	L
TSTS3400	± 25	5	250	450	950	400	450	D
TSUS5200	± 17,5	5	150	210	950	400	450	D
TSUS5201	± 17,5	5	150	210	950	400	450	D
TSUS5202	± 17,5	5	150	210	950	400	450	D
TSUS5400	± 25	5	150	210	950	400	450	D
TSUS5401	± 25	5	150	210	950	400	450	D
TSUS5402	± 25	5	150	210	950	400	450	D
V194P	± 40	5	250	450	950	400	450	L
V394P	± 40	5	250	450	950	400	450	L

7.8 Infrarode LED's

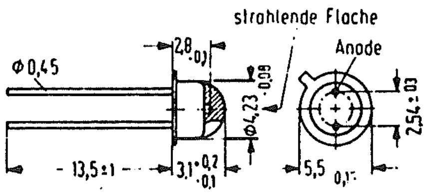
A



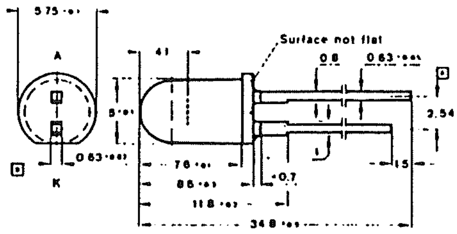
B



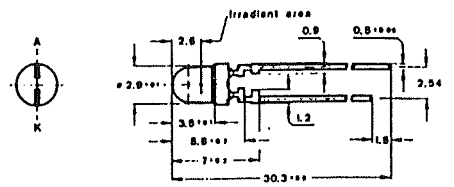
C



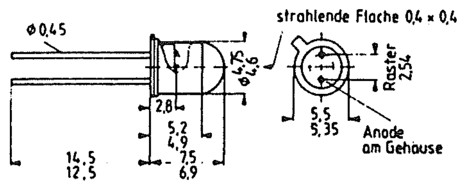
D



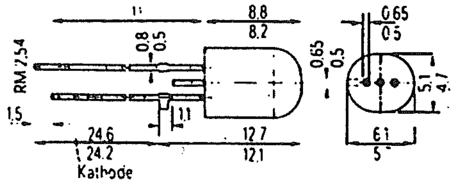
E



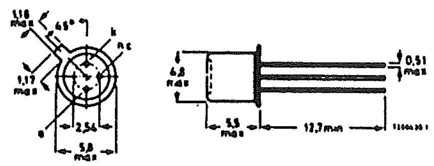
F



G

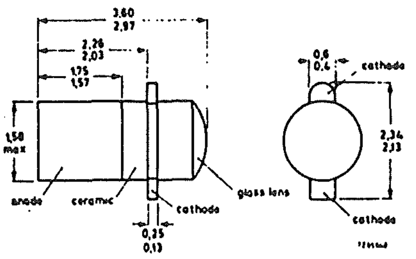


H

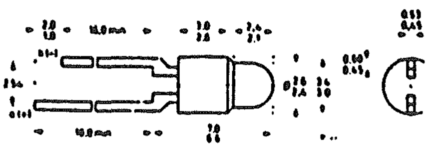


7.8 Infrarode LED's

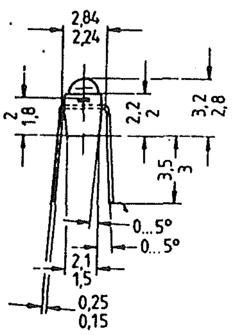
I



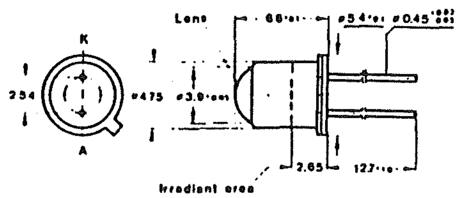
J



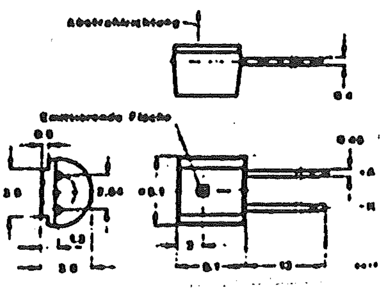
K



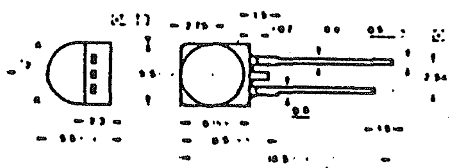
L



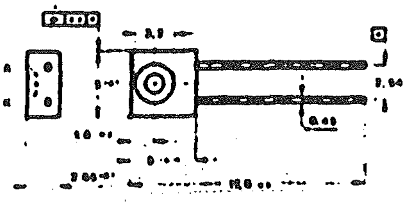
M



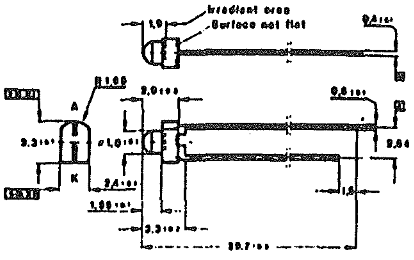
N



O



P



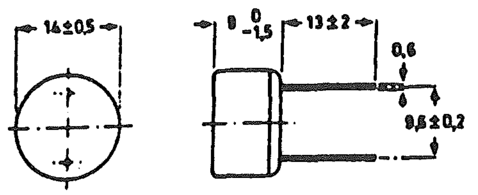
6/7.9

Foto-weerstanden

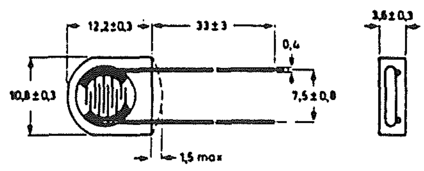
type	maximale spanning (V)	maximaal vermogen (mW)	donker weerstand (MΩ)	licht weerstand (Ω)	behuizing
LDR03	150	200	> 10	75-300	A
LDR05	150	200	> 10	75-300	B
LDR07	150	200	> 10	75-300	C
LDR415P	150	250			D
LDR9801	100	300	> 0,5	< 4500	E
LDR9960D	70	100		< 1400	F
ORP60	350	70			G
ORP69	350	100	> 100	< 46000	G
VDS-10	100		100	300-800	H
Z-10	50	50		< 15000	I
2322 600 93001	150	100	> 10	< 300	B
2322 600 95001	110	200	> 10	75-300	A
2322 600 95003	110	200	> 10	< 250	A

7.9 Foto-weerstanden

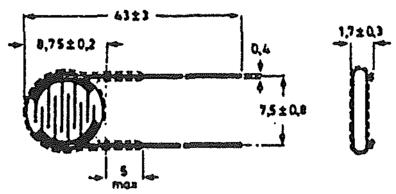
A



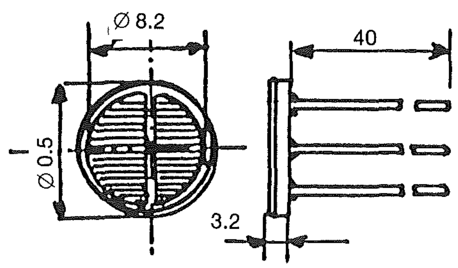
B



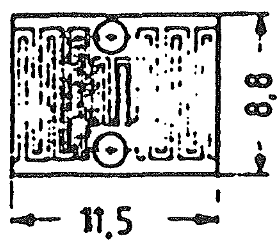
C



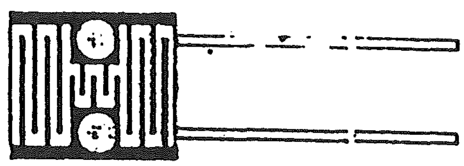
D



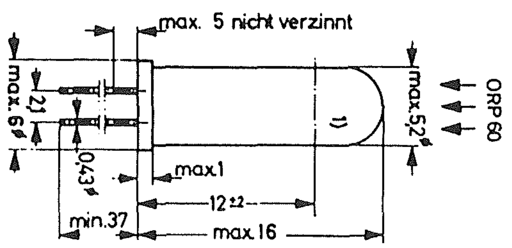
E



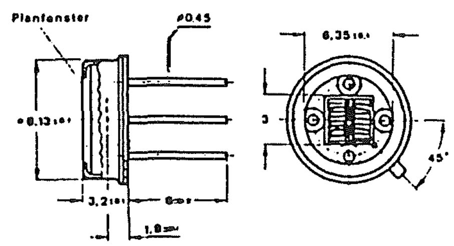
F



G

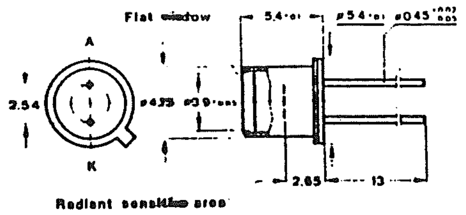


H



7.9 Foto-weerstanden

I



7.9 Foto-weerstanden

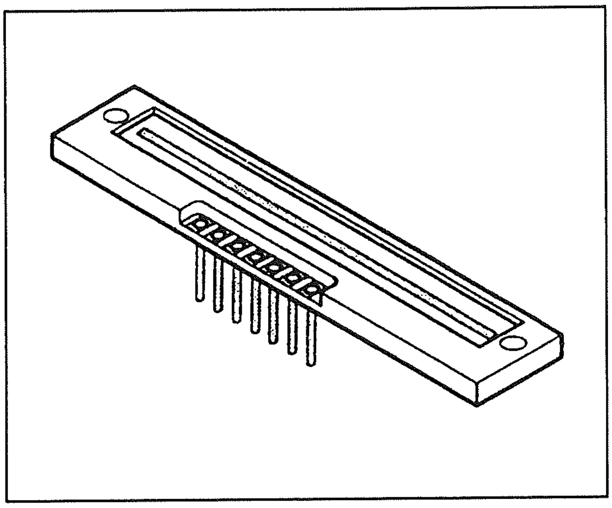
6/7.13

CCD-array's met eendimensionale sensor

Inleiding

Ideale sensoren voor het meten van kleine afstanden en verplaatsingen
Voor het meten van kleine afstanden, maar ook voor het meten van kleine verplaatsingen staan tegenwoordig volledig geïntegreerde oplossingen ter beschikking. Dat zijn CCD-sensoren met een ééndimensionaal array, meestal samengesteld uit PN-juncties fotodioden en CCD-array's. Deze CCD-array's onderscheiden zich van deze die in elektronische foto- en video-camera's worden toegepast door het ééndimensionale karakter van hun gevoelig element. Dat betekent dat de lichtgevoelige CCD-cellen zich in één lijn bevinden en via een venstertje in de behuizing met licht kunnen worden bestraald.
Een typisch voorbeeld van een vertegenwoordiger van deze familie van IC is voorgesteld in figuur 6/7.13-1.
Dergelijke sensoren zijn dus in staat variaties van of in lichtverschijnselen in slechts twee richtingen langs één as te detecteren. Deze sensoren zijn uitermate geschikt voor het meten van kleine afmetingen, verplaatsingen en afstanden.

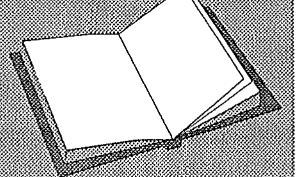
De theorie van een CCD-cel
De sensoren in dergelijke CCD-array's bestaan uit fundamentele lichtgevoelige CCD-cellen die op een rij staan opgesteld.



Figuur 6/7.13-1: Het typisch uiterlijk van een CCD-sensor met lijn-array.

Het is dus belangrijk eerst wat achtergrondinformatie te geven over de werking van dergelijke fundamentele lichtgevoelige cellen.

LEES OOK:
Hoofdstuk 5/12.1
Hoofdstuk 6/6.5



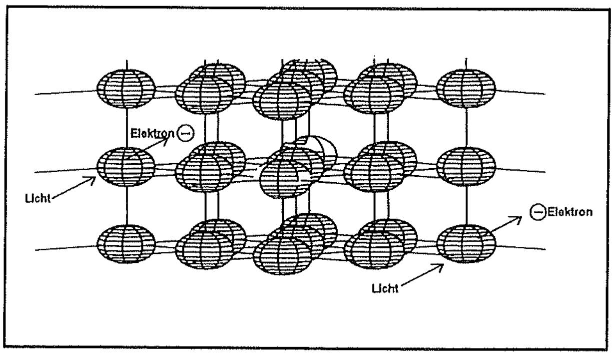
7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor

CCD staat voor "Charge Coupled Device", vrij vertaald "ladingsgekoppeld element", ofwel een onderdeel dat werkt met gemanipuleerde lading.
Een CCD-cel heeft drie functies:
- conversie van licht in lading;
- opslaan van de lading;
- transport van de lading.

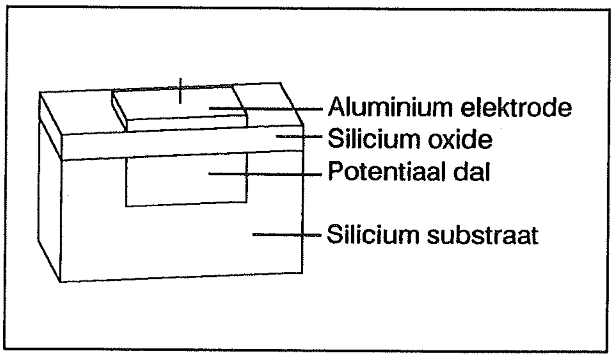
Conversie van licht in lading
Als de fotonen uit het licht het halfgeleidermateriaal van de CCD-cel treffen, worden er ladingsdragers vrijgemaakt in het kristalrooster. Dit als gevolg van het feit dat het licht energie genoeg heeft om elektronen uit de atomen van het kristal te bevrijden, zie figuur 6/7.13-2. Het invallen van licht heeft dus tot gevolg dat er vrije ladingsdragers in de chip ontstaan. Het lichtgevoelig materiaal in een CCD-chip bestaat uit P-gedoteerd silicium. Normaal gesproken vloeien de opgewekte ladingen weg of recombineren met het kristal, zodat de lading niet bruikbaar is.
In een CCD-cel wordt de verzamelde lading echter geconverteerd naar een uitgangssignaal.
Een zeer belangrijk gegeven van deze foto-elektrische conversie is dat de verzamelde hoeveelheid lading proportioneel is met het licht dat de lading opwekt. Verdubbeling van de lichthoeveelheid resulteert dus in een verdubbeling van de lading. Dit lineaire verband is voor een aantal toepassingen heel belangrijk. Het gevolg is dat een CCD-cel een *analoog* werkend detectiesysteem is en dus *analoge* uitgangssignalen genereert.

Opslaan van de lading
De verkregen lading moet worden opgeslagen, omdat anders de lading wegvloeit. Om dit te bereiken heeft een element uit een CCD-chip een condensator-structuur.

De MOS (Metal Oxide Silicon) condensator bestaat uit het silicium substraat, een isolerende laag siliciumoxide en een aluminium elektrode, zie figuur 6/7.13-3. Door het elektrisch veld tussen de elektrode (+) en het substraat (-) blijven de gegenereerde ladingen (elektronen) onder de elektrode "plakken" en vloeien niet weg.



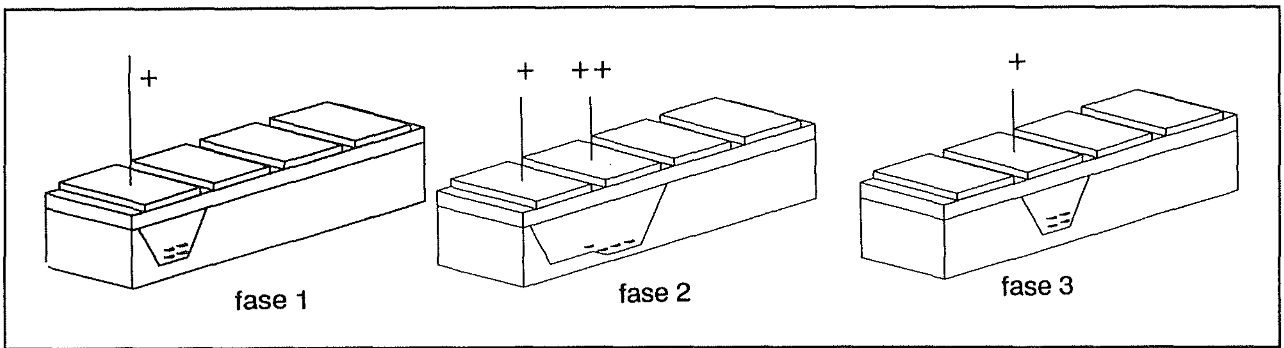
Figuur 6/7.13-2: Het vrijmaken van ladingsdragers in een CCD-cel door middel van invallend licht.



Figuur 6/7.13-3: De vrije elektronen worden opgeslagen in een MOS-condensator.

Zolang de ladingen niet weggehaald worden gaat het foto-elektrische conversieproces door en accumuleert de lading onder de elektrode. Door het aanbrengen van het elektrisch veld ontstaat een potentiaaldal waarin de elektronen zich verzamelen. De diepte van dit dal hangt af van de sterkte van het elektrisch veld.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-4: Het mechanisme dat onder andere zorgt voor het transport van de ladingen naar de uitgang van de cel.

Transport van de lading

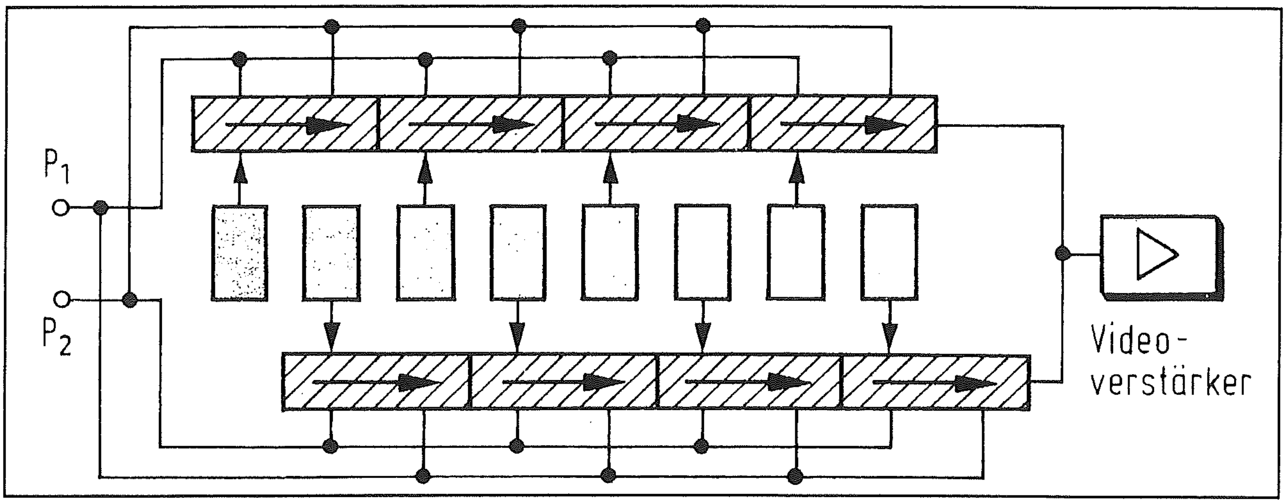
Het uiteindelijke doel van de CCD-chip is natuurlijk niet het verzamelen van elektronen, maar het produceren van een elektrisch signaal. Daarvoor moeten de elektronen getransporteerd worden naar de uitgang van de chip. Dit proces wordt toegelicht aan de hand van figuur 6/7.13-4. Er bestaan verschillende transportsystemen die allen gebaseerd zijn op hetzelfde principe. Door naast de sensor-cel een aantal soortgelijke maar niet lichtgevoelige cellen aan te brengen kan de lading getransporteerd worden. Dit proces gaat in drie stappen:

- Fase 1
  De lading is onder de elektrode van de sensor geaccumuleerd in het potentiaaldal.
- Fase 2. In de cel naast de sensor wordt ook een potentiaaldal aangelegd. Dit dal is dieper dan dat van de sensor, dus de elektronen stromen vanuit de sensor naar het diepere dal. Nu wordt het potentiaaldal van de sensor opgeheven zodat de elektronen niet meer terug kunnen.
- Fase 3
  Het potentiaaldal van de cel waar de elektronen zich bevinden wordt nu ondieper gemaakt, dat wil zeggen op hetzelfde niveau gebracht als het oorspronkelijke niveau van de sensor. Omdat dit dal nog altijd lager is dan het potentiaalniveau van het substraat, kunnen de elektronen geen kant op. Er is nu een transport geweest van alle ladingen naar één cel verder. Dit proces wordt herhaald met de andere cellen totdat de ladingen de uitgang bereiken.

Het accumuleren van de CCD-spanningen

Iedere CCD-cel genereert een eigen lading, die op de beschreven manier wordt omgezet in een lading op een condensatorcel. Nu moeten al die celladingen op de een of andere manier naar de uitgang worden afgevoerd. Het zal duidelijk zijn dat men kiest voor een seriële datastroom. Het is immers praktisch onmogelijk om de spanningen van de vaak 256 CCD-cellen, waaruit een sensor bestaat, afzonderlijk naar buiten te voeren. In figuur 6/7.13-5 is getekend hoe het omzetten in een seriële datastroom wordt uitgevoerd. In het midden staat de rij CCD-cellen die lichtgevoelig zijn. De gearceerd getekende cellen zijn de MOS-condensatoren. Deze zijn afgeschermd tegen het omgevingslicht, zodat zij hun lading niet kunnen verliezen door ongewenste belichting.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor

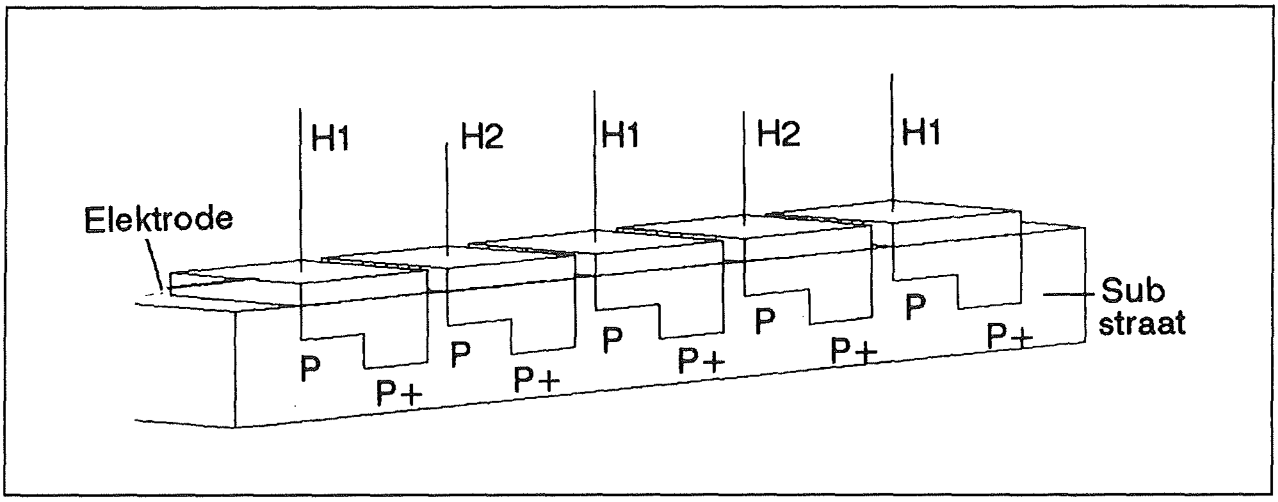


Figuur 6/7.13-5: Het uitlezen van de celladingen onder seriële vorm.

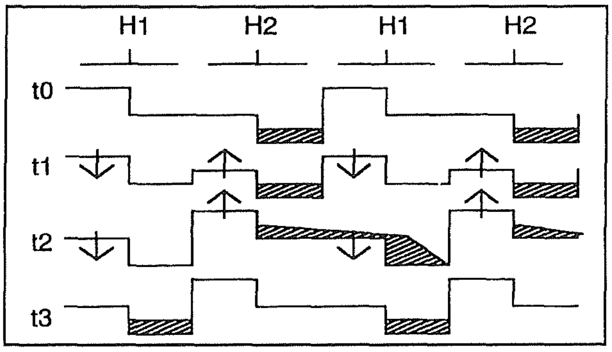
De lading van de lichtgevoelige cellen wordt op de beschreven manier afgevoerd naar de condensatoren. Er zijn twee rijen condensatorcellen aanwezig, zodat het uitlezen van alle CCD-cellen snel kan verlopen. Het proces wordt gecontroleerd door twee kloksignalen P1 en P2. De ladingen die in de condensatoren ontstaan worden, net zoals bij emmertjesgeheugens, van condensator naar condensator doorgeschoven en belanden uiteindelijk op de videoversterker. Deze levert dus een seriële analoge datastroom, waarin de individuele celspanningen netjes achter elkaar aanwezig zijn. Ook bij dit proces is het voordelig dat er twee rijen condensatoren aanwezig zijn. Bij het transporteren van de ladingen door de condensatorketen zullen de ladingen immers, alweer net zoals bij een emmertjesgeheugen, verzwakken. Een chip met 256 CCD-cellen bevat echter twee condensatorketens met slechts 128 condensatoren ieder. De ladingen moeten in het slechtste geval nu maar 127 condensatoren doorlopen in plaats van 255. De ladingsverzwakking zal dus veel kleiner zijn.

Het verzamelen van de gegevens
Het proces van het verzamelen van de gegevens wordt vervolgens iets gedetailleerder besproken. Alle lichtgevoelige CCD-cellen transporteren op dezelfde tijd lading naar hún condensator. De samenstelling van de condensatorbank is voorgesteld in figuur 6/7.13-6.
De structuur van het condensator register is zodanig dat er permanent een potentiaaldal is ingebakken. Dit wordt bereikt door een gedeelte van het gebied onder een elektrode apart te doteren. Dit gedeelte is vanwege het lagere potentiaal bijzonder aantrekkelijk voor de lading, die zich onmiddellijk concentreert in dit gedeelte. De potentiaalwaarde van het gebied onder de elektrode blijft nog steeds controleerbaar door de spanning op de elektrode.
Door de spanning op de elektroden H1 (P1 in figuur 6/7.13-5) en H2 (P2 in figuur 6/7.13-5) beurtelings hoog en laag te maken kunnen de ladingen getransporteerd worden naar de uitgangstrap, zie figuur 6/7.13-8.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-6: De opbouw van de twee condensatorbanken.

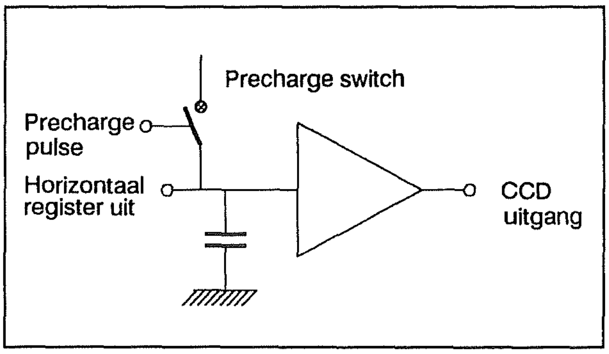


Figuur 6/7.13-7: De signalen H1 en H2 die verantwoordelijk zijn voor het transporteren van de ladingen door het condensator register.

Het converteren van lading naar spanning gebeurt met alweer een condensator De spanning over een condensator is immers evenredig met de daarin aanwezige lading volgens de formule:

$U = Q / C$.

De spanning wordt van de condensator afgenomen door een MOSFET versterker die op de chip is geïntegreerd is, zie figuur 6/7.13-8. Aangezien de condensator de lading van een vorige cel niet uit zichzelf kwijtraakt, is er een zogenaamde "Precharge Gate" op aangesloten. Deze schakelaar wordt gesloten voordat een nieuw ladingpakketje uit het condensator register aan de ingang verschijnt. Met deze schakelaar wordt de condensator aan de ingang van de videoversterker tot een bepaalde referentiespanning opgeladen. Dit systeem compenseert meteen ook voor voedingsspanning- en temperatuurfluctuaties.

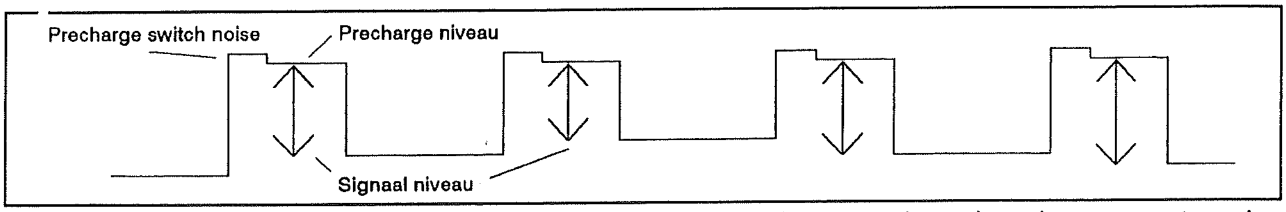


Figuur 6/7.13-8: De videoversterker zet via een ingangscondensator de uit het condensator register ontvangen ladingspulsen om in een uitgangsspanning.

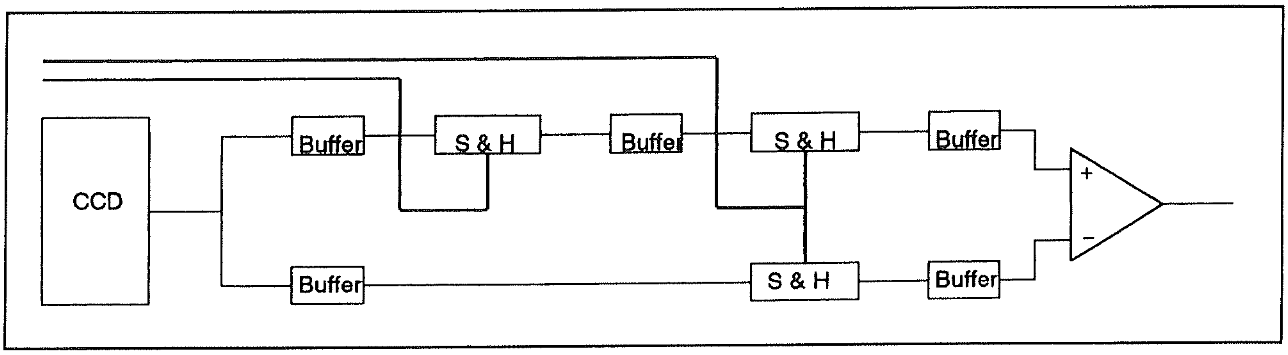
Het opschonen van de uitgangsspanning

Het uitgangssignaal van een CCD-chip is getekend in figuur 6/7.13-9. De pieken op het signaal komen van de PG-schakelaar en dienen verwijderd te worden.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-9: Het uitgangssignaal van de videoversterker is een analoog signaal, maar moet worden "opgeschoond".



Figuur 6/7.13-10: De signaalbewerking op het uitgangssignaal van de videoversterker.

Het eigenlijke uitgangssignaal is het verschil tussen het Precharge-niveau en het Data-niveau (dit is een analoog signaal). Scheiding van Precharge en Data gebeurt in een zogenaamde correllated sampler. Het CCD-signaal wordt bemonsterd in een Sample en Hold schakeling en wel op twee tijdstippen:

- tijdens het Data signaal;
- tijdens het Precharge signaal;

zie figuur 6/7.13-10. Wanneer beide signalen van elkaar af worden getrokken blijft het uiteindelijke beeldsignaal over. Vervelend hierbij is dat de schakelpieken van de sample en hold schakeling ongeveer net zo groot zijn als het beeldsignaal. Dit resulteert in een ruispatroon op het uitgangssignaal.
Om dit probleem op te lossen wordt het signaal dat overblijft na de sampling op Precharge-tijdstip nog een keer gesampeld op Data-tijdstip. Beide signalen bevatten dezelfde schakelpieken, na aftrekken van beide signalen blijft het schone beeldsignaal over. Ook deze techniek is bekend vanuit de emmertjesgeheugens.

Type-beschrijving

In de volgende paragrafen worden zes typische vertegenwoordigers van de eendimensionale CCD-array's beschreven, namelijk van OKI en van Texas Instruments. De selectie is gemaakt aan de hand van de verschillende manieren waarop de gegevens worden uitgelezen. Op deze manier krijgt de lezer(es) inzicht in de materie.

OPA 256C-1 van OKI

256 bit lijnsensor

De OPA 256C-1 is een 256 bit eendimensionaal array, opgebouwd uit PN-junctie

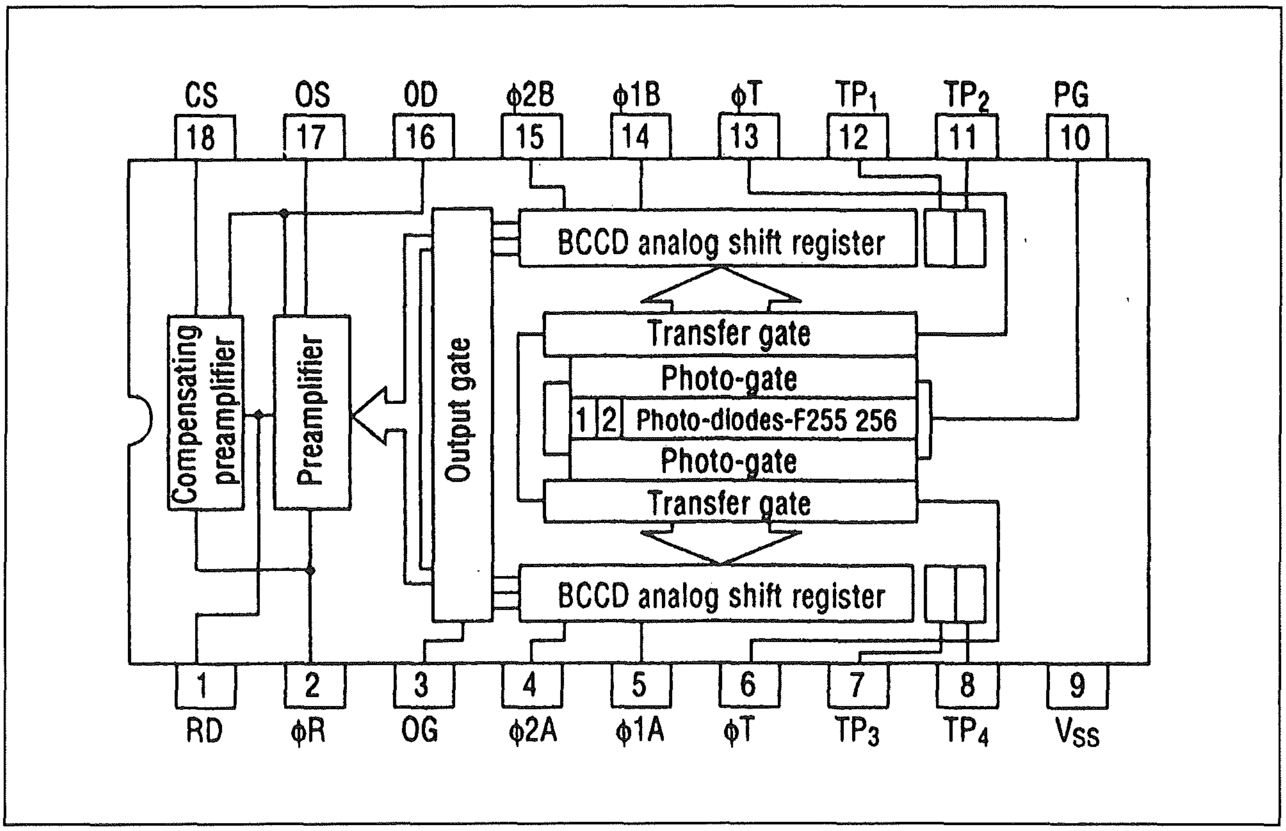
fotodioden en CCD's. Door gebruik te maken van een twee-fase clock-puls, transfer-puls en reset-puls kan de OPA 256C-1 de hoeveelheid opvallend licht meten door de ladingen te verschuiven. De OPA 256C-1 kan worden gebruikt voor industriële regelingen, patroonherkenning en de detectie van voorwerpen en is verkrijgbaar in een 18-pens DIL-behuizing met een transparant venster.

Technische gegevens

- nuttig effect van CCD transmissie meer dan 99,995 %;
- PN-junctie fotodioden voor goede blauwgevoeligheid;
- high-speed scanning met maximale frequentie van 4 MHz;
- lage voedingsspanningen van +/-15 V;
- uitgangsspanning lineair bij belichting tussen 2 en 150 Lx;
- uitgangsspanning 3 mV bij 2 Lx tot ongeveer 200 mV bij 100 Lx;
- maximale gevoeligheid bij 700 nm;
- afmetingen van de pixels: 8 x 8 μm;
- afstand tussen de pixels: 13 μm;
- interne uitgangsversterker en compensatieversterker;
- 18-pens DIL-behuizing.

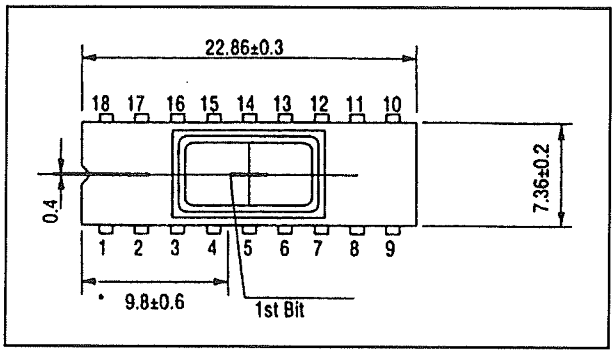
Intern blokschema en aansluitgegevens

Het intern blokschema en de aansluitgegevens zijn samengevat in figuur 6/7.13-11, de behuizing met de plaats en de afmetingen van het beeldvenster volgen uit figuur 6/7.13-12. In deze laatste figuur is ook aangegeven aan welke kant van de behuizing de eerste lichtgevoelige cel staat.



Figuur 6/7.13-11: Intern blokschema en aansluitgegevens van de OPA 256C-1.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-12: De behuizing van de OPA 256C-1.

De betekenis van de namen van de pennen volgt uit de tabel van figuur 6/7.13-13.

Symbol	Name
RD	Reset transistor drain
ϕR	Reset transistor gate clock
OG	Output gate
ϕ1A	Shift register clock
ϕ1B	Shift register clock
ϕ2A	Shift register clock
ϕ2B	Shift register clock
ϕT	Phototransfer gate clock
TP_1	Test pin (electrical input gate)
TP_2	Test pin (electrical input diode)
TP_3	Test pin (electrical input gate)
TP_4	Test pin (electrical input diode)
V_{SS}	Substrate bias
PG	Photo-gate
OD	Output transistor drain
OS	Output transistor source (video output)
CS	Compensating transistor source (noise output)

Figuur 6/7.13-13: De betekenis van de aansluitpennen.

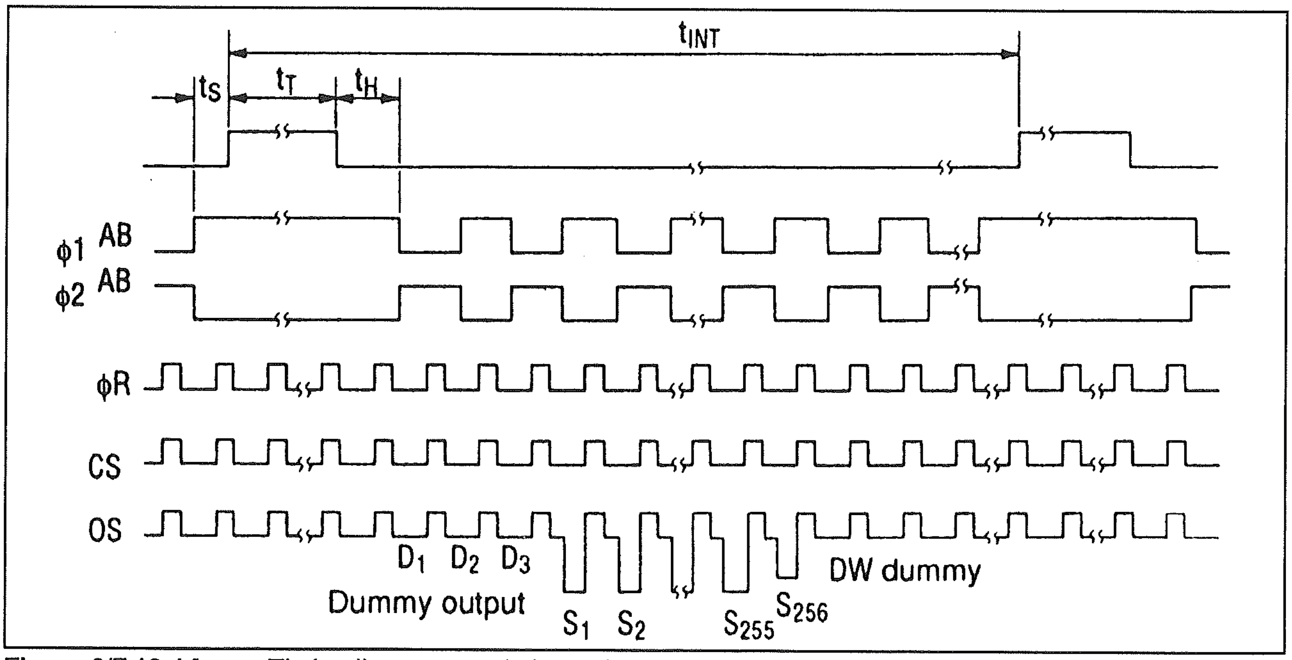
Timing

De timing van de OPA 256C-1 is samengevat in figuur 6/7.13-14.

Voorbeeldschakeling

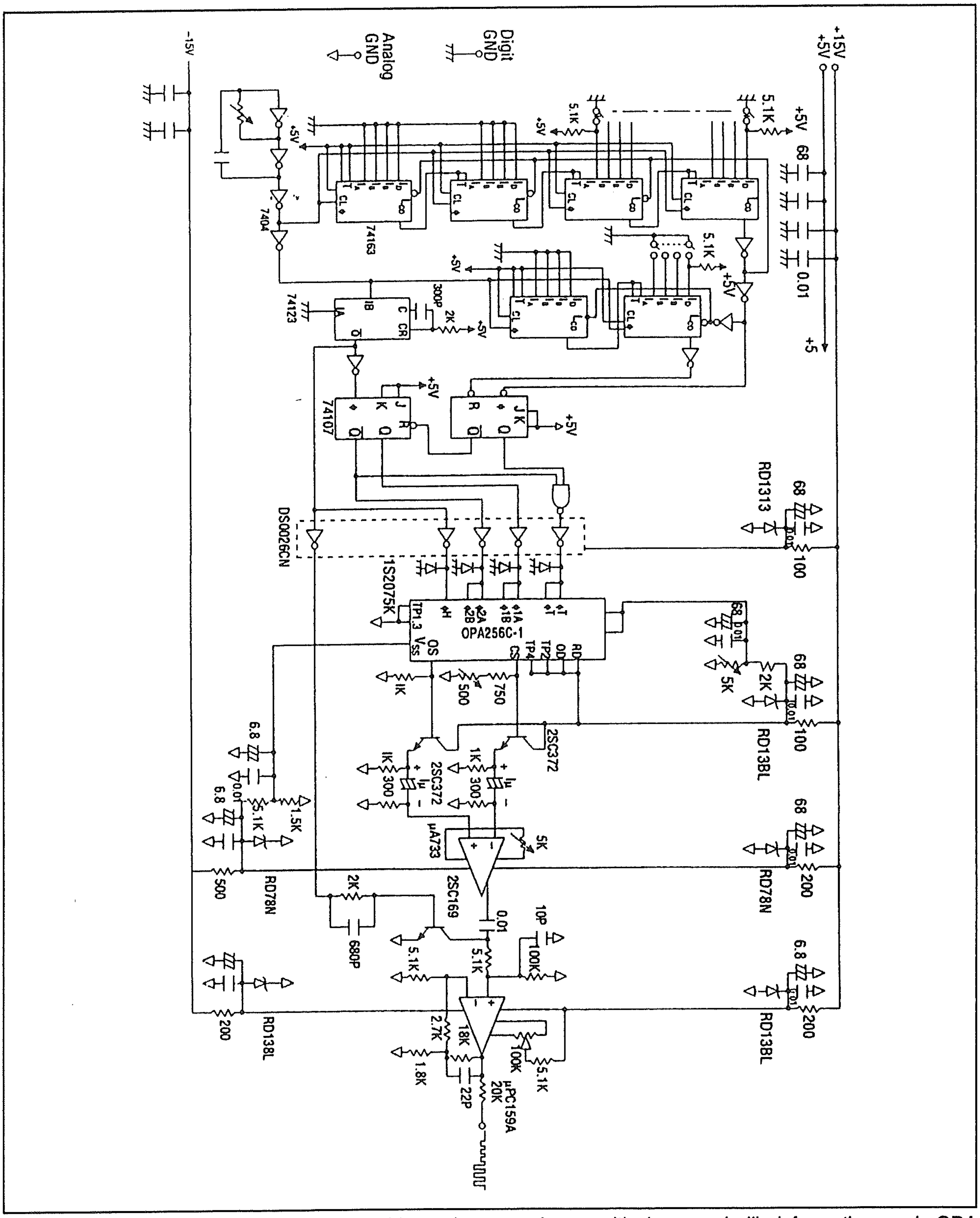
In figuur 6/7.13-15 is het door de fabrikant OPI voorgeschreven schema weergegeven.

Hiermee wordt de door de 256 cellen opgevangen hoeveelheid licht omgezet in een analoog serieel woord aan de uitgang.



Figuur 6/7.13-14: Timingdiagram van de besturing van de OPA 256C-1.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-15: Toepassingsvoorbeeld van de aansturing en uitlezing van de lijn-informatie van de OPA 256C-1.

OPA 2048CA van OPI

2.048 bit lijnsensor

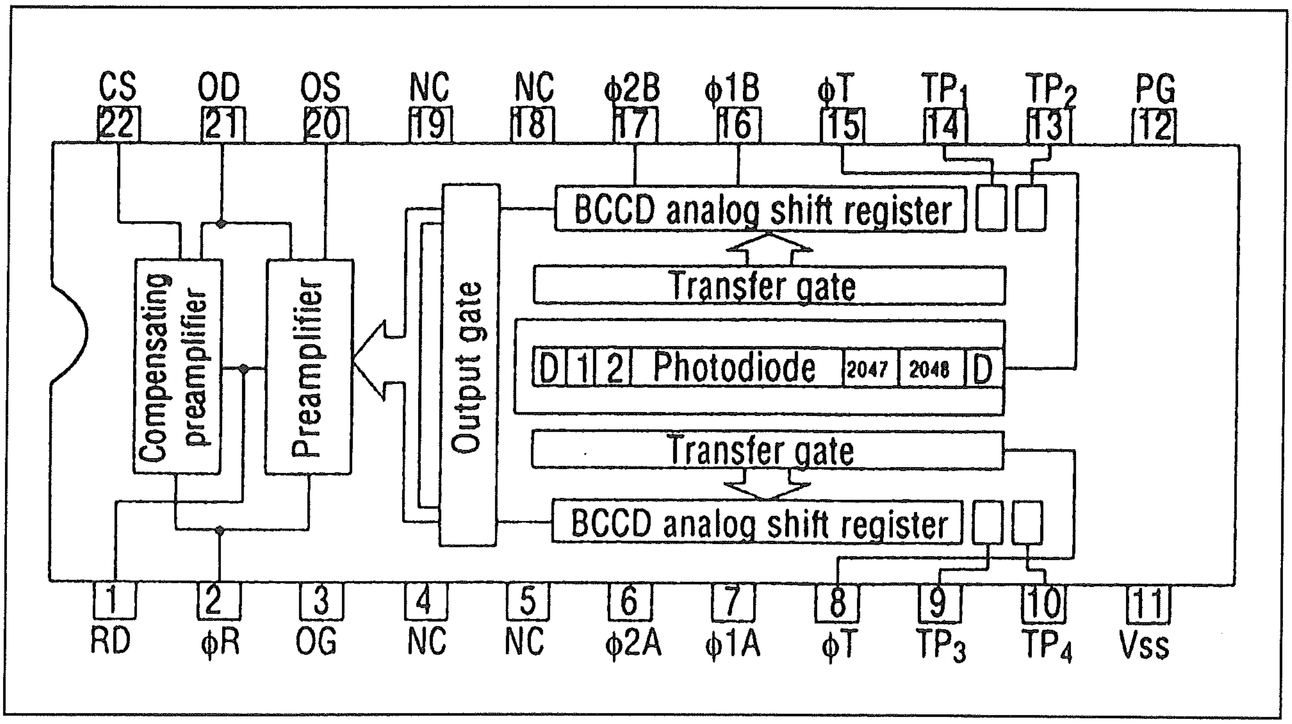
De OPA 2048CA is, net als de OPA 256C-1, een eendimensionaal diode-array, opgebouwd uit PN-junctie fotodioden en CCD's. De OPA 2048CA is echter 2.048 beeldpunten lang (2.048 bit). Omdat de werking geheel overeenkomt met die van de OPA 256C-1 wordt hiernaar verwezen. De sensor kan onder andere worden gebruikt voor fax-apparaten, industriële regelingen, karakter-herkenning en het detecteren van voorwerpen. De OPA 2048CA wordt geleverd in een 22-pens DIL-behuizing met een venster.

Technische gegevens

- zelf aftastende licht lijnsensor;
- CCD voor grote gevoeligheid;
- nuttig effect van CCD transmissie meer dan 99,995%;
- PN-junctie fotodioden voor goede blauw-gevoeligheid;
- high-speed scanning tot 1 MHz;
- lage voedingsspanningen van +/-15 V;
- interne uitgangsversterker en compensatie-versterker;
- uitgangsspanning lineair bij belichting tussen 0,2 en 50 Lx;
- uitgangsspanning 1 mV bij 0,2 Lx tot ongeveer 200 mV bij 50 Lx;
- maximale gevoeligheid bij 700 nm;
- afmetingen van de pixels: 8 x 8 μm;
- afstand tussen de pixels: 13 μm.

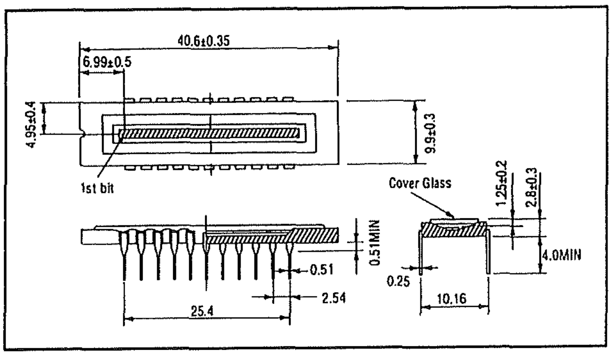
Aansluitgegevens en intern blokschema

In figuur 6/7.13-16 is het intern blokschema met de aansluitgegevens weergegeven, figuur 6/7.13-17 geeft de behuizing met de plaats van het venster.



Figuur 6/7.13-16: Aansluitgegevens en intern blokschema van de OPA 2048CA.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-17: De behuizing van de OPA 2048CA.

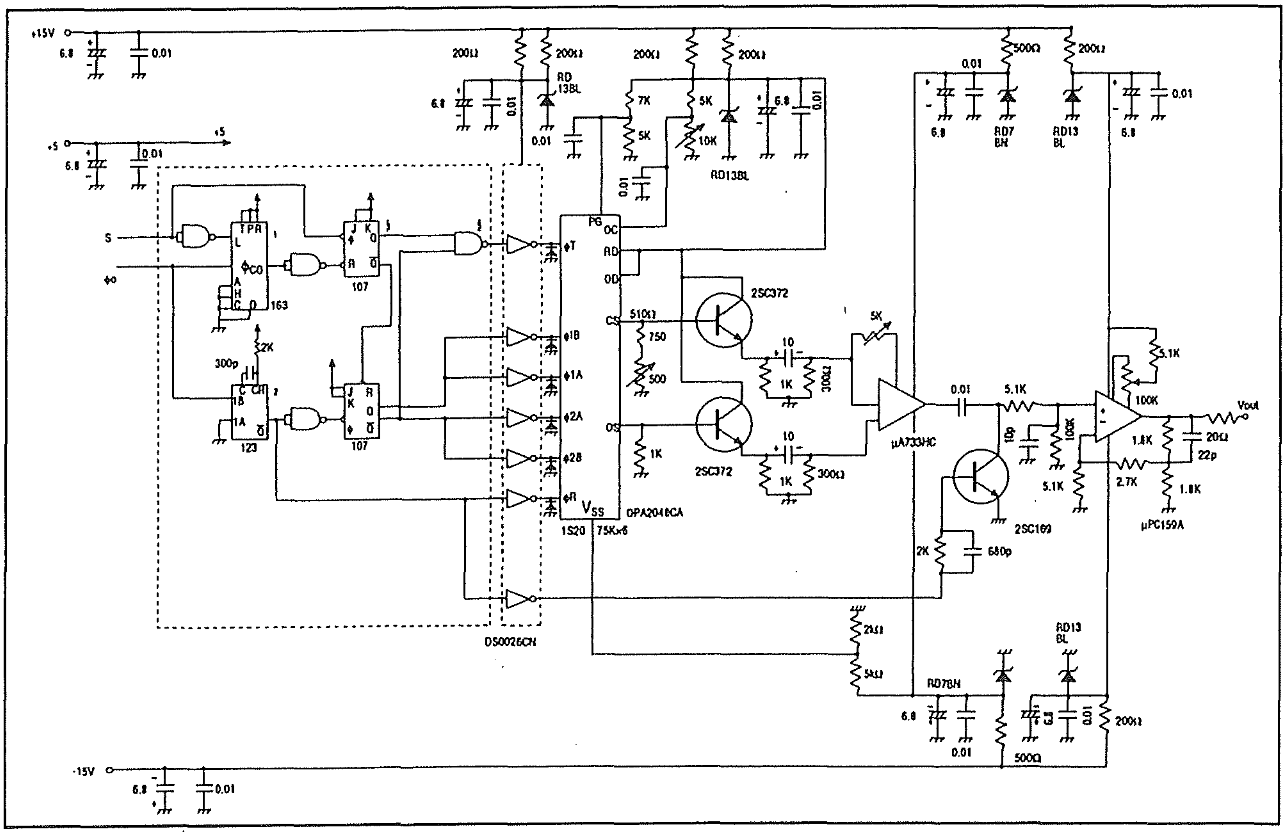
Symbol	Name
RD	Reset transistor drain
ϕR	Reset transistor gate clock
OG	Output gate
ϕ1A	CCD register clock
ϕ1B	CCD register clock
ϕ2A	CCD register clock
ϕ2B	CCD register clock
ϕT	Phototransfer gate clock
V_{SS}	Substrate bias
TP_1	Test pin (electrical input gate)
TP_2	Test pin (electrical input diode)
TP_3	Test pin (electrical input gate)
TP_4	Test pin (electrical input diode)
PG	Photogate
OD	Output transistor drain
OS	Output transistor source (video output)
CS	Compensating transistor source (noise output)

Figuur 6/7.13-18: De functie van de pennen van de OPA 2048CA.

De tabel van figuur 6/7.13-18 geeft de functie van de pennen.

Voorbeeldschakeling

In figuur 6/7.13-19 is het door de fabrikant voorgeschreven schema getekend voor de digitale aansturing van de OPA 2048CA en de verwerking van het uitgangssignaal.



Figuur 6/7.13-19: Toepassingsvoorbeeld van de aansturing en uitlezing van de OPA 2048CA.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor

TSL213 van Texas Instruments

64 bit lijnsensor

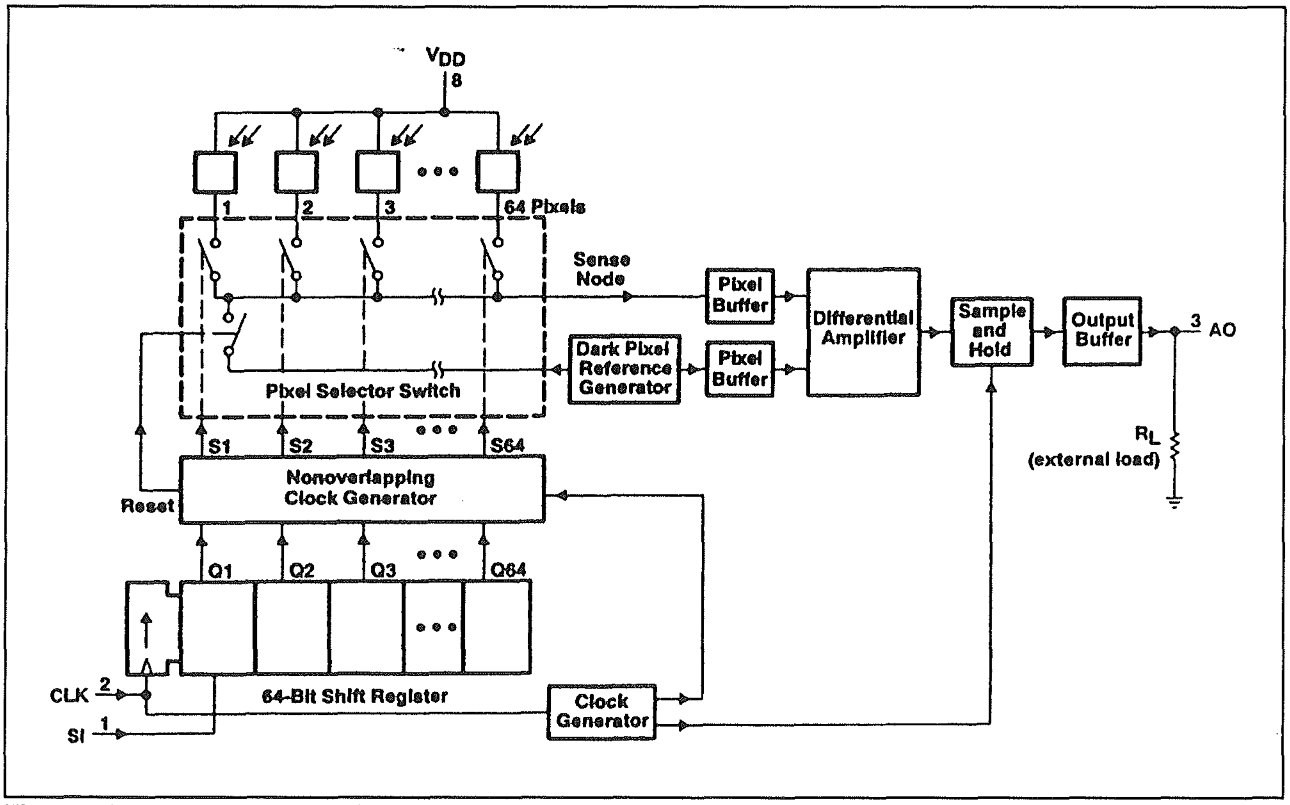
De TSL213 optosensor bestaat uit 64 ladingsgevoelige pixels, georganiseerd in een 64 x 1 lineair array. Alle pixels hebben een oppervlak van 120 µm x 70 µm en zijn (hart-op-hart) 125 µm van elkaar verwijderd. De werking is vereenvoudigd door de interne logica, waardoor alleen een clock- en start-integratie puls nodig zijn. De TSL213 is bruikbaar voor lineaire en roterende encodering, lineaire positionering en rand- en merkdetectie. De sensor is verkrijgbaar in een 8-pens transparante DIL-behuizing.

Technische gegevens

- bevat 64 bit statisch schuifregister;
- bevat analoge buffer met sample-and-hold voor analoog uitgangssignaal over volledige clock-periode;
- werkt met 500 kHz schuifclock;
- enkele voedingsspanning van +5 V;
- uitgangsspanning lineair bij belichting tussen 2 en 10 Lx;
- uitgangsspanning 0,2 mV bij 2 Lx tot ongeveer 1 V bij 10 Lx;
- maximale gevoeligheid bij 750 nm;
- afmetingen van de pixels: 120 x 70 µm;
- afstand tussen de pixels: 125 µm.

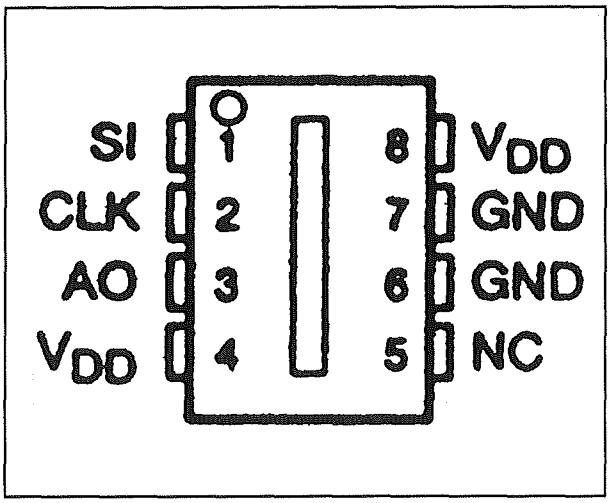
Aansluitgegevens en intern blokschema

In figuur 6/7.13-20 is het intern blokschema van de TSL213 voorgesteld, de aansluitgegevens volgen uit figuur 6/7.13-21.



Figuur 6/7.13-20: Intern blokschema van de TSL213.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-21: Aansluitgegevens van de TSL213.

Functie van de pennen

De TSL213 is met zijn twee digitale ingangen gemakkelijk te bedienen. De pennen hebben de onderstaande functie:

- AO, pen 3:
  analoge uitgang.
- CLK, pen 2:
  klokingang, controleert de overdracht van de ladingen, het transport van de ladingen naar de uitgang en de reset.
- GND, pennen 6 en 7:
  deze pennen zijn verbonden met het substraat van de chip en moet op de laagste spanning staan.
- SI, pen 1:
  seriële ingang definieert het einde van de integratieperiode en start het verzamelen van de pixel-informatie.

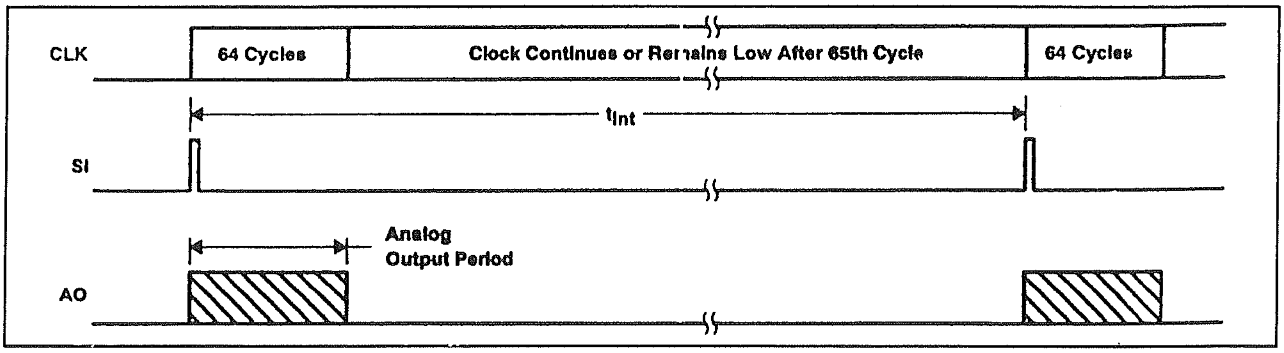
Werking van de schakeling

De werking van het 64 x 1 array bestaat uit twee tijd-perioden: gedurende de ***integratie-periode*** wordt lading verzameld in de pixels en gedurende de ***output-periode*** worden signalen naar de uitgang overgebracht. De integratie-periode wordt gedefinieerd als de tijd tussen de seriële ingangspulsen (SI) en omvat ook de output-periode. De vereiste lengte van de integratie-periode hangt af van de hoeveelheid licht en het gewenste niveau van het uitgangssignaal.

Na afloop van de integratie-periode worden de ladingen die in de pixels zijn opgeslagen één voor één, bestuurd door de CLK- en SI-signalen, naar de sense-node overgebracht. De spanning die op dit knooppunt wordt opgewekt is recht evenredig met de hoeveelheid lading en omgekeerd evenredig met de capaciteit van de sense-node. De timing van de schakeling is voorgesteld in figuur 6/7.13-22.

Het 64 bit schuifregister regelt de ladingsoverdracht van de pixels naar de uitgangstrappen en levert de timing-signalen voor de NOCG. Het SI-signaal bedient het schuifregister dat doorschuift onder directe besturing van de clock. De output-periode begint als de SI-ingangspuls tegelijk met de stijgende flank van CLK aanwezig is. De analoge uitgangsspanning komt overeen met het niveau van het eerste pixel na de settling-tijd t_s en blijft gedurende een minimale tijd t_v constant. Op elke stijgende flank van de clock is een spanning beschikbaar die overeenkomt met de opvolgende pixel. De output-periode eindigt bij de stijgende flank van de 65^e clock-cyclus, waarna de uitgang in de hoogimpedante toestand gaat. De 65^e clock-cyclus beëindigt het signaal van de laatste pixel en maakt het schuifregister leeg ter voorbereiding voor de volgende SI-puls. Om de integratietijd zo kort mogelijk te houden mag de SI-puls al bij de 66^e stijgende flank van de clock aanwezig zijn om zodoende de output-fase meteen te initialiseren. Als de output-periode eenmaal door een SI-puls is geïnitialiseerd, moet de clock 65 keer positief kunnen gaan om de interne logica naar een bekende toestand te resetten.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-22: De timing van de TSL213.

Sample-and-hold

Het sample-and-hold signaal dat door de NOCG wordt gegenereerd, wordt gebruikt om de analoge uitgangsspanning van elke pixel constant te houden totdat de volgende pixel wordt uitgeklokt. Het signaal wordt bemonsterd terwijl CLK HOOG is en constant gehouden terwijl CLK LAAG is.

Niet-overlappende clock-generatoren

De NOCG-schakeling levert onder andere de interne besturingssignalen voor de sensor, inclusief reset en pixel-lading sensing. De signalen zijn synchroon en worden bestuurd door de uitgangen van het schuifregister.

Initialisatie

Bij het opkomen van de voedingsspanning of als de clock of het SI-signaal langer dan de integratietijd inactief zijn geweest kan het nodig zijn om de sensor elementen te initialiseren. De initialisatie-fase bestaat uit 12 tot 15 achtereenvolgende output-cycli, waardoor alle mogelijke ladingen van de pixels worden verwijderd.

Output enable

Het intern opgewekte output enable-signaal geeft de uitgangstrap van de sensor gedurende de output-periode (64 clock-cycli) vrij. Gedurende de rest van de integratie-periode is de uitgangstrap hoogimpedant.

Reset

Er wordt een intern reset-signaal gegenereerd door de niet-overlappende clock-generator (NOCG) bij elke clock-cyclus. Door reset wordt een bekende spanning op de sense-node gezet, ter voorbereiding van de volgende ladingsoverdracht. Deze spanning wordt als referentieniveau voor de differentiële signaalversterker gebruikt.

TSL214 van Texas Instruments

64 bit lijnsensor

De TSL214 is, net als de TSL213, een optosensor die bestaat uit 64 ladinggevoelige pixels, opgesteld in een 64 x 1 lineair array. De TSL214 heeft echter ook een shift-out signaal dat cascadeschakeling van meerdere TSL214's mogelijk maakt. De pixels hebben een oppervlak van 120 μm x 70 μm per stuk en zijn (hart-op-hart) 125 μm van elkaar verwijderd. Door de interne logica zijn alleen een clock- en start-integratie puls nodig. De TSL214 kan bijvoorbeeld worden toegepast voor

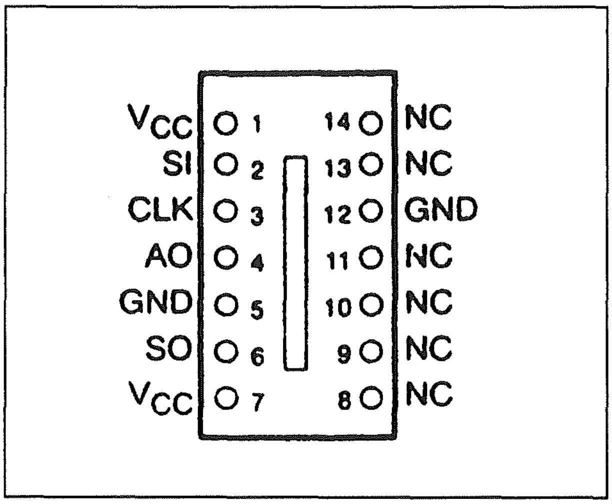
lineaire encodering, streepjescode- en randdetectie. De sensor heeft een 14-pens DIL-behuizing met een transparante kunststof deksel.

Technische gegevens

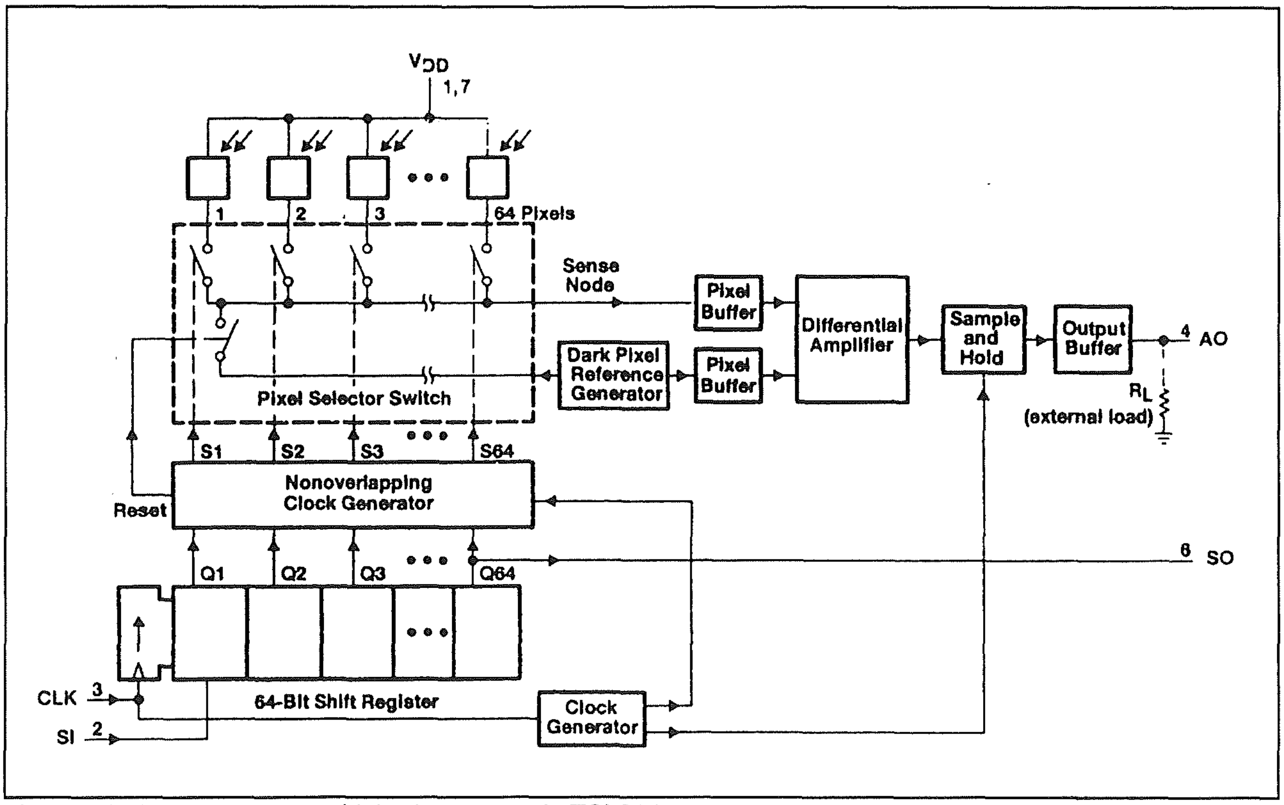
- bevat een 64 bit statisch schuifregister;
- bevat analoge buffer met sample-and-hold voor analoog uitgangssignaal over volledige clock-periode;
- 4 bit resolutie voor sensorcel mogelijk;
- werkt met 500 kHz schuifclock;
- enkele voedingsspanning van +5 V;
- uitgangsspanning lineair bij belichting tussen 2 en 10 Lx;
- uitgangsspanning 0,2 mV bij 2 Lx tot ongeveer 1 V bij 10 Lx;
- maximale gevoeligheid bij 750 nm;
- afmetingen van de pixels: 120 x 70 µm;
- afstand tussen de pixels: 125 µm;
- advanced LinCMOS-technologie.

Aansluitgegevens en intern blokschema

In figuur 6/7.13-23 is het intern blokschema van de TSL214 voorgesteld, de aansluitgegevens volgen uit figuur 6/7.13-24.



Figuur 6/7.13-24: Aansluitgegevens van de TSL214.



Figuur 6/7.13-23: Intern blokschema van de TSL214.

Functie van de pennen
Ook de TSL214 is met zijn twee digitale ingangen gemakkelijk te bedienen. De pennen hebben de onderstaande functie:
- AO, pen 4:
  analoge uitgang.
- CLK, pen 3:
  klokingang, controleert de overdracht van de ladingen, het transport van de ladingen naar de uitgang en de reset.
- GND, pennen 5 en 12:
  deze pennen zijn verbonden met het substraat van de chip en moet op de laagste spanning staan.
- SI, pen 2:
  seriële ingang definieert het einde van de integratieperiode en start het verzamelen van de pixel-informatie.
- SO, pen 6:
  seriële uitgang levert een signaal dat de SI-pen stuurt van de volgende identieke schakeling in een cascade.

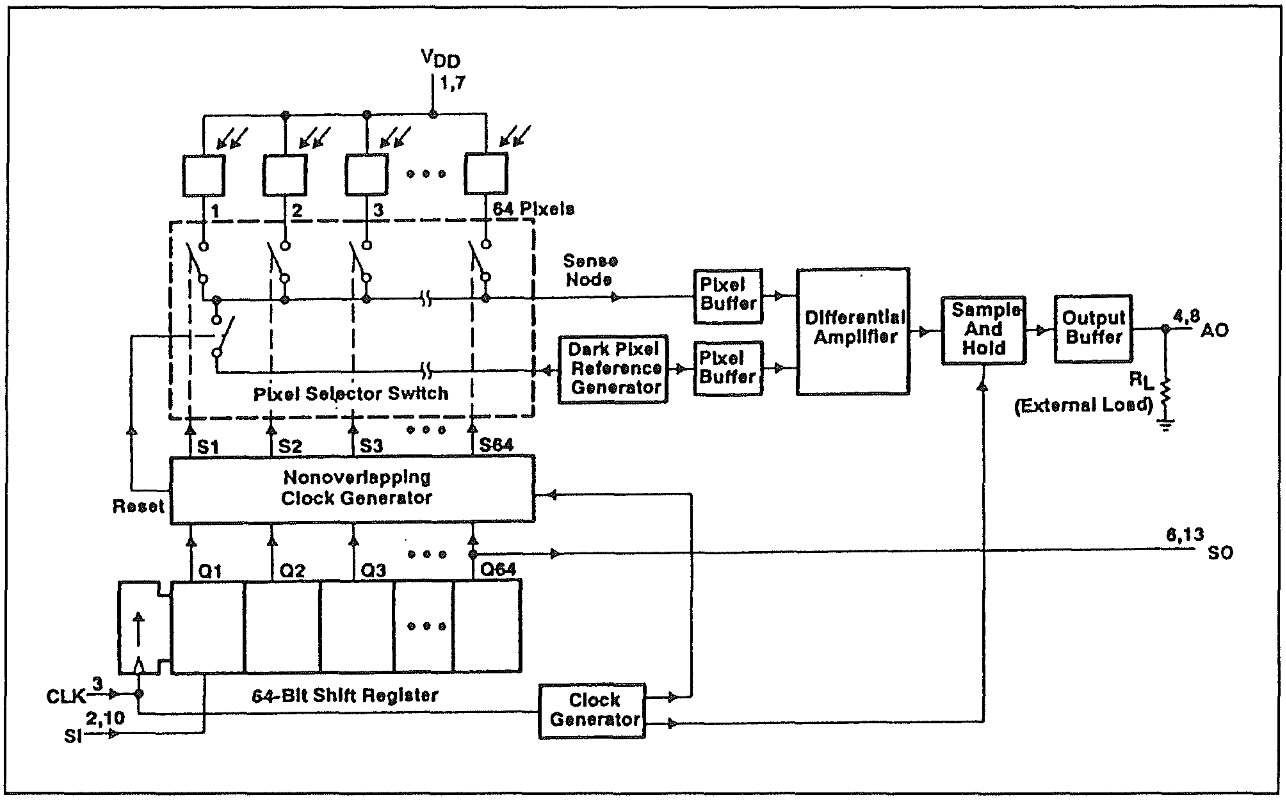
Werking
De werking van de TSL214 komt geheel overeen met die van de TSL213. Ook hier bestaat het sensor-array uit 64 pixels die in twee perioden worden uitgelezen. Er wordt zodoende verwezen naar de gedetailleerde beschrijving daarvan.
De TSL214 heeft echter ook een shift-out (SO) uitgang, waarvan het signaal HOOG gaat op de 64^{e} clockcyclus. SO kan worden gebruikt om meerdere TSL214's achter elkaar te schakelen, waarbij SO telkens op SI van de volgende TSL214 wordt aangesloten. Alle TSL214's hebben dan een gemeenschappelijk clock-signaal, terwijl de AO-uitgangen parallel kunnen worden geschakeld omdat die hoogimpedant zijn gedurende de tijd na de SO-puls.

TSL215 van Texas Instruments

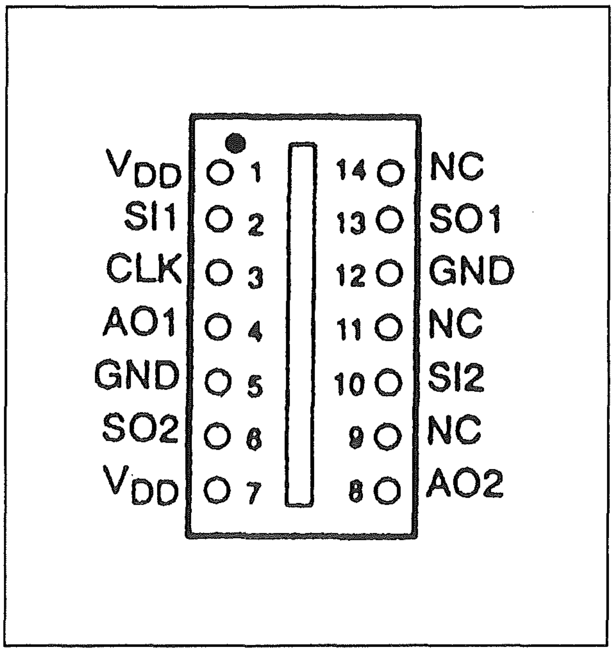
128 bit lijnsensor
De TSL215 is een logische voortzetting van de TSL214, omdat deze nu twee lichtgevoelige array's van 64 pixels bevat, die achter elkaar op de chip zijn geplaatst. Bij cascade-schakeling wordt (net als bij de TSL214) het shift-out signaal (SO) van het eerste array (extern) aangesloten op de SI-ingang van het tweede. Het totale array is dan dus 128 x 1 bit groot. Bij parallel schakeling zijn beide SI-ingangen doorverbonden, waardoor het tweede array tegelijk met de eerste wordt bediend. Ook dan is het totale array 128 x 1 bit groot, maar de sensor werkt dan wel tweemaal zo snel. De pixels hebben weer een oppervlak van 120 µm x 70 µm per stuk, terwijl ze (hart-op-hart) 125 µm van elkaar zijn verwijderd. Er is interne logica aanwezig, waardoor alleen een clock- en startintegratie puls nodig zijn. De TSL215 is bijvoorbeeld geschikt voor lineaire en roterende encodering, streepjescode- en randdetectie. De TSL215 heeft een 14-pens transparante kunststof DIL-behuizing.

Technische gegevens
- bevat twee 64 bit statische schuifregisters;
- bevat analoge buffer met sample-and-hold voor analoog uitgangssignaal over volledige clock-periode;
- werkt met 500 kHz schuifclock;
- enkele voedingsspanning van +5 V;
- uitgangsspanning lineair bij belichting tussen 2 en 10 Lx;
- uitgangsspanning 0,2 mV bij 2 Lx tot ongeveer 1 V bij 10 Lx;

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-25: Intern blokschema van de TSL215.



Figuur 6/7.13-26: Aansluitgegevens van de TSL215.

- maximale gevoeligheid bij 750 nm;
- afmetingen van de pixels: 120 x 70 µm;
- afstand tussen de pixels: 125 µm;
- advanced LinCMOS-technologie.

Aansluitgegevens en intern blokschema
In figuur 6/7.13-25 is het intern blokschema van de TSL215 voorgesteld, de aansluitgegevens volgen uit figuur 6/7.13-26.

Functie van de pennen
Ook de TSL215 is met zijn twee digitale ingangen gemakkelijk te bedienen. De pennen hebben de onderstaande functie:
- AO1, pen 4:
  analoge uitgang sectie 1.
- AO2, pen 8:
  analoge uitgang sectie 2.
- CLK, pen 3:
  klokingang, controleert de overdracht van de ladingen, het transport van de

ladingen naar de uitgang en de reset, werkt op beide secties.
- GND, pennen 5 en 12:
deze pennen zijn verbonden met het substraat van de chip en moet op de laagste spanning staan.
- SI1, pen 2:
seriële ingang van sectie 1, definieert het einde van de integratieperiode en start het verzamelen van de pixel-informatie.
- SI2, pen 10:
seriële ingang van sectie 2.
- SO1, pen 13:
seriële uitgang van sectie 1, levert een signaal dat de SI-pen stuurt van de volgende identieke schakeling in een cascade.
- SO2, pen 6:
seriële uitgang van sectie 2.

Werking
De werking van de TSL215 komt ook geheel overeen met die van de TSL213, zodat verwezen wordt naar de gedetailleerde beschrijving daarvan. De array's van de TSL215 hebben beide een shift-out (SO) uitgang, waarvan het signaal HOOG gaat op de 64^{e} clock-cyclus. SO kan worden gebruikt voor de timing van elkaar opvolgende TSL214's of TSL215's.

TSL218 van Texas Instruments

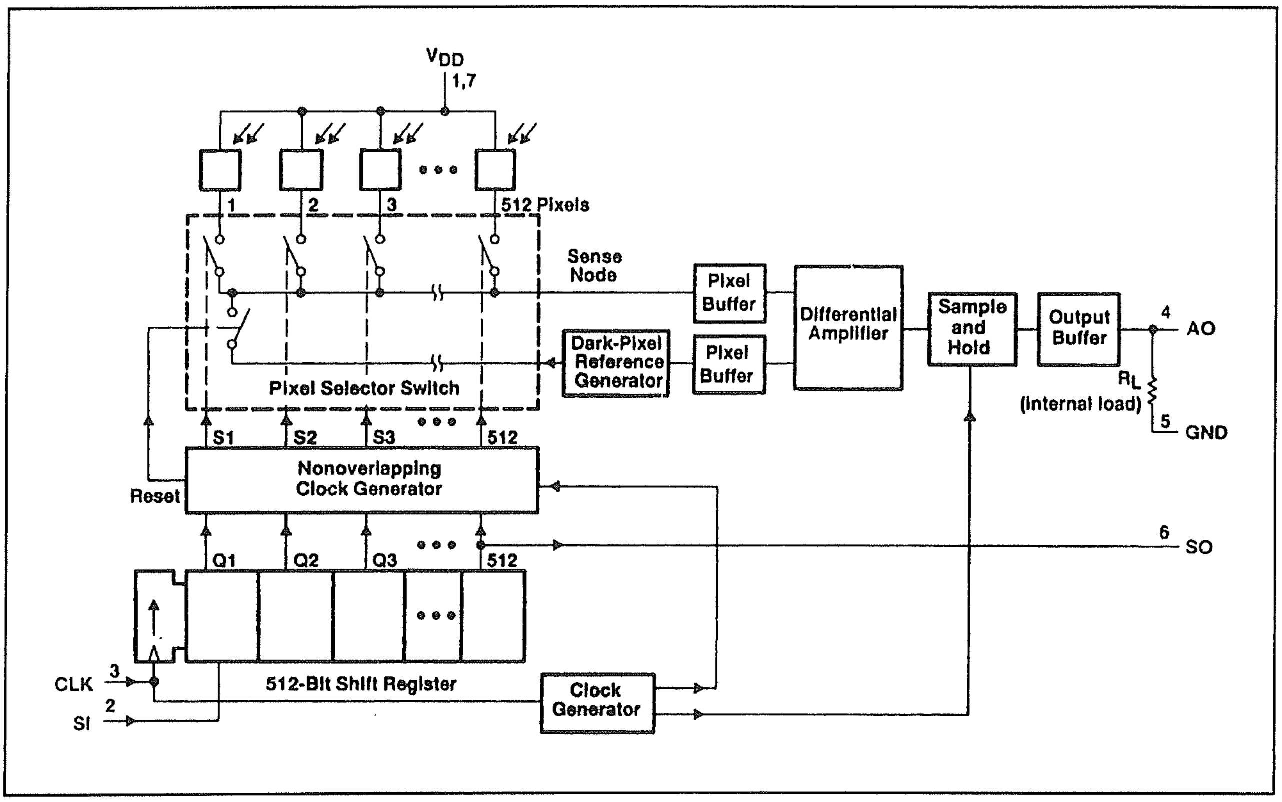
512 bit intelligente lijnsensor
De TSL218 intelligente optosensor bestaat uit acht secties van 64 ladingsgevoelige pixels, georganiseerd in een lineair array van 512 x 1 bit. Alle pixels hebben een oppervlak van 120 µm x 70 µm en bevinden zich, hart-op-hart, 125 µm afstand van elkaar. Door de aanwezige interne logica is de werking zeer eenvoudig, omdat alleen een clock- en start-integratie puls nodig zijn. De TSL218 is bedoeld voor streepjescodelezers, rand-, merk- en niveaudetectie en lineaire encodering. De sensor is gemonteerd op een glas-epoxy substraat en wordt geleverd in een speciale 7-pens behuizing met een dekglaasje ter bescherming. Montagegaatjes zijn hierbij standaard en pennen optioneel.

Technische eigenschappen
- 512 x 1 sensor-organisatie;
- 200 dots/inch sensorpitch;
- uitbreidbare data I/O voor gebruik van meerdere array's;
- analoge buffer met sample-and-hold voor analoog uitgangssignaal over volledige clock-periode;
- werkt met 500 kHz schuifclock;
- enkele 5 V voedingsspanning;
- maximale gevoeligheid bij 750 nm;
- afmetingen van de pixels: 120 x 70 µm;
- afstand tussen de pixels: 125 µm;
- advanced LinCMOS-technologie.

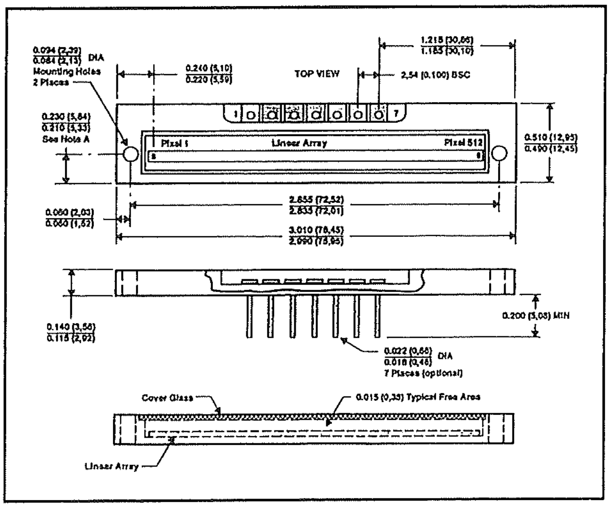
Aansluitgegevens en intern blokschema
In figuur 6/7.13-27 is het intern blokschema van de TSL218 voorgesteld, de aansluitgegevens en de speciale behuizing volgen uit figuur 6/7.13-28.

Functie van de pennen
Ook de TSL218 is met zijn twee digitale ingangen gemakkelijk te bedienen. De pennen hebben de onderstaande functie:
- AO, pen 4:
analoge uitgang.
- CLK, pen 3:
klokingang, controleert de overdracht van de ladingen, het transport van de ladingen naar de uitgang en de reset.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor



Figuur 6/7.13-27: Intern blokschema van de TSL218.



Figuur 6/7.13-28: Aansluitgegevens en afmetingen van de behuizing van de TSL218.

- GND, pen 5:
  deze pennen zijn verbonden met het substraat van de chip en moet op de laagste spanning staan.
- SI, pen 2:
  seriële ingang definieert het einde van de integratieperiode en start het verzamelen van de pixel-informatie.
- SO, pen 6:
  seriële uitgang levert een signaal dat de SI-pen stuurt van de volgende identieke schakeling in een cascade.

Werking van de schakeling
De werking van dit 512 x 1 array is identiek aan deze van de reeds beschreven leden van de TSL-familie.

7.13 CCD-array's met eendimensionale sensor